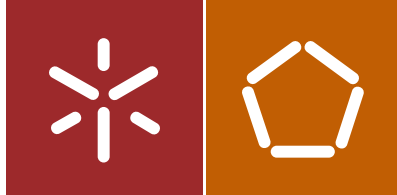




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Vânia Teresa da Luz Pires Vieira

Desenvolvimento e implementação de um
programa de melhoria contínua da
Manutenção na IKEA Industry Portugal



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Vânia Teresa da Luz Pires Vieira

Desenvolvimento e implementação de um
programa de melhoria contínua da
Manutenção na IKEA Industry Portugal

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes

DECLARAÇÃO

Nome: Vânia Teresa da Luz Pires Vieira

Endereço eletrónico: a63048@alunos.uminho.pt Telefone: 961251436

Número do Bilhete de Identidade: _____

Título da dissertação: Desenvolvimento e implementação de um programa de melhoria contínua da Manutenção na *IKEA Industry Portugal*

Orientador: Eusébio Manuel Pinto Nunes

Ano de conclusão: 2016

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para

prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Com o desfecho desta etapa académica deixo aqui o meu profundo agradecimento a todos as pessoas que direta ou indiretamente me apoiaram. Estou grata à minha família pela oportunidade que me foi dada, aos meus colegas e companheiros de curso e aos meus amigos. Sem todos nada disso seria possível.

Aos meus professores sou grata pelo conhecimento que me foi passado e em especial ao professor Eusébio Nunes pela orientação e incentivo para a realização deste projeto.

À empresa *IKEA* pela oportunidade que me deram para demonstrar e desenvolver os meus conhecimentos e aprender com os colaboradores, que foram incansáveis na demonstração dos processos.

Ao Eng. Luís Almeida, supervisor do projeto na empresa, ao Eng. Márcio Neves e a todos os colaboradores do departamento de manutenção o meu obrigada pela confiança, participação, partilha de conhecimentos e autonomia necessária para desenvolver o presente projeto.

RESUMO

A dissertação teve como principal objetivo a implementação de um programa de melhoria contínua na empresa de mobiliário *IKEA*, mais concretamente, na manutenção de uma das suas fábricas (*PFF*). O projeto inicia-se com uma revisão da bibliografia sobre os temas abordados ao longo do seu desenvolvimento. Segue-se uma análise à situação atual em relação aos custos de manutenção e ao desempenho das linhas de produção da área *lacquering*. O indicador OEE conjuntamente com outros indicadores identificados pelo departamento de manutenção para determinar a eficiência dos seus processos, foram avaliados a partir de dados recolhidos no *software Maintmaster*. Desta avaliação identificou-se a linha 16 como a linha mais crítica, procedendo-se à realização de uma nova *FMEA* para esta linha. Os modos de falha com RPN (*Risk Priority Number*) superior a 90 ou com o índice de severidade igual a 9 mereceram particular atenção, sendo alguns deles considerados para a falhas.

Para eliminar erros nos trabalhos repetitivos e desperdícios, como deslocação e tempo despendido na análise de avarias ou durante a realização de ações de manutenção preventiva e autónoma, foram desenvolvidas instruções de trabalho e procedimentos de normalização da manutenção.

Com a realização de orçamentos controlados por vários departamentos e definindo limites de gastos aos técnicos foi possível reduzir os custos da manutenção em 59%.

Também foi possível verificar que grande parte das micro paragens nas linhas de produção são devidas à não realização das rotinas da manutenção autónoma e que as impurezas nas máquinas conduzem à saturação das peças e impedem a verificação atempada de problemas nos equipamentos, não permitindo a sua substituição preventiva. Tais situações acarretaram custos elevados, devido à necessidade de contratação de técnicos externos para a realização de limpezas durante o fim de semana.

PALAVRAS-CHAVE

Melhoria contínua, FMEA, OEE, RCPS, *Standard work*

ABSTRACT

The dissertation aimed to the implementation of a continuous improvement program in the real estate company IKEA, specifically the maintenance of one of its factories (PFF). The project begins with a literature review on the topics covered throughout its development.

Following the factory presentation, we did an analysis to the current situation in relation to maintenance costs and performance of production lines of lacquering area. With the OEE indicator in conjunction with other indicators identified by the maintenance department to determine the efficiency of its processes were evaluated from data collected in Maintmaster software. This assessment identified the 16 line as the most critical line, proceeding to the realization of a new FMEA to the line. Failure modes with RPN (*Risk Priority Number*) greater than 90 or with the severity index of 9 deserved particular attention, some of which are considered to conduct RCPS (*Root Causes Problem Solving*) for determining the root cause of failures.

To eliminate errors in repetitive work and loss as travel and time spent on the analysis of faults or during the performance of preventive and self-maintaining. Once the following instructions were developed the maintenance procedures were normalized.

With the completion of budgets controlled by various departments and setting spending limits to technical was possible to reduce maintenance costs by 59%.

Completed the study, we found that most of the micro stops in production lines, occurs due to non-performance of the autonomous maintenance routines. Impurities in the machines led to saturation of parts and prevented check gaps in equipment for their timely return. This also entailed costs to the extent that it was necessary to hire external experts to perform cleanings during the weekends.

KEYWORDS

Continuous improvement, FMEA, OEE, RCPS, Standard work

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xvii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação	3
2. Revisão bibliográfica	5
2.1 Manutenção	5
2.2 Organização e Planeamento.....	6
2.3 Tipos de Manutenção.....	6
2.4 Indicadores de Desempenho	8
2.4.1 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	8
2.4.2 Taxa de avaria	10
2.4.3 <i>Mean Time Between Failures</i> (MTBF)	11
2.4.4 <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR).....	12
2.4.5 Disponibilidade	12
2.4.6 Custos de Manutenção	12
2.5 Failure Mode and Effect Analysis (<i>FMEA</i>).....	14
2.5.1 Tipos de FMEA.....	17
2.5.2 Objetivos da FMEA	17
2.6 Standarização de trabalho	17
2.7 Ferramentas Auxiliares.....	18
2.7.1 Diagrama de Ishikawa.....	18
2.7.2 Ciclo PDCA (Plan Do Check Act).....	18
2.7.3 5W2H	19

2.7.4	Fluxograma.....	20
2.7.5	Systematic Problem Solving (SPS)	20
2.8	Estudo de melhoria contínua na manutenção	21
3.	Manutenção da fábrica PFF	23
3.1	Empresa Ikea Industry Portugal	23
3.2	Fábrica PFF.....	24
3.3	Organização da Manutenção da fábrica PFF	25
3.3.1	Software da Manutenção PFF	31
3.3.2	Funções do <i>software</i>	32
3.3.3	Melhoria para a utilização do <i>software</i>	33
3.4	Mapeamento do Processo	34
3.5	Realização da FMEA.....	37
3.6	Plano de controlo	37
3.7	<i>Rout Causes Problem Solving</i> (RCPS).....	38
3.8	Análise de Custos de Manutenção PFF	40
4.	Caso de estudo: Área lacquering.....	43
4.1	Análise do desempenho da área Lacquering	43
4.2	Indicador OEE	44
4.3	Análise da taxa de avaria	48
4.4	FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	49
4.4.1	FMEA da linha 16	49
4.4.2	Limitações da FMEA	53
4.5	<i>Elaboração e análise dos RCPS</i>	53
4.6	Controlo dos custos	58
4.7	Normalização de trabalhos	62
4.7.1	Procedimentos de Manutenção.....	62
4.7.2	Atualização das instruções de trabalho	64
5.	Conclusão.....	65
5.1	Considerações finais	65
5.2	Trabalho futuro	66
	Referências Bibliográficas	67

Anexo I – layout da fábrica pff	69
Anexo II – Índice de deteção.....	70
Anexo III – Índice de ocorrência.....	71
Anexo IV – Índice de severidade	72
Anexo V – Quadro dos indicadores de desempenho.....	73
Anexo VI – Excerto do Plano de controlo da linha 16.....	75
Anexo VII – Folha de registo FMEA.....	76
Anexo VIII – Cálculo do valor RPN	77
Anexo IX – <i>FMEA</i> antigo	78
Anexo X – Novo FMEA	79
Anexo XI – RCPS das Lâmpadas UV.....	81
Anexo XII – RCPS das Pistolas	82
Anexo XIII – RCPS pistolas entupidas	83
Anexo XIV – RCPS dos tabuleiros	84
Anexo XV – RCPS das telas descentradas.....	85
Anexo XVI – Template dos procedimentos	86
Anexo XVII – Fluxograma	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fases para a implementação da metodologia Action-Research (O'Brien, 1998).....	3
Figura 2 - Tipos de Manutenção adaptado de NP EN 13306 (2007)	7
Figura 3 - Perdas relacionadas com os fatores do OEE (adaptado Nakajima, 1988).....	9
Figura 4 - Curva da Banheira (Reparos, 2015)	10
Figura 5 - Gráfico de relação entre custos e nível de manutenção (Mirshawka & Olmedo, 1993).....	13
Figura 6 – Representação gráfica da variação do lucro com a disponibilidade (Murty & Naikan, 1995).....	14
Figura 7 - Implementação da FMEA (adaptado de Cândea, Kifor, & Constantinescu, 2014)	15
Figura 8 - Diferença entre causa, modo e efeito de falha.....	16
Figura 9 - Implementação 5W2H.....	19
Figura 10 - Sequência para resolução de problemas de McKinsey (MikeD, 2015).....	20
Figura 11 - Organograma do departamento da Manutenção	25
Figura 12 - Folha de registo do Maintmaster (software da Manutenção)	27
Figura 13 - Folha SOS (Standard Operating Sheet) para manutenção preventiva.....	28
Figura 14 - Folha SOS (Standard Operating Sheet) para manutenção 1º nível	29
Figura 15 - Folha WES (Work Element Sheet) para manutenção 1º nível	29
Figura 16 - Página inicial do software	31
Figura 17 - Variáveis do mapeamento de processo.....	34
Figura 18 - Mapeamento de processo da etapa 1 da linha 16	36
Figura 19 - Folha de plano de controlo utilizado pela empresa	38
Figura 20 - Diagrama de Ishikawa adaptada pela empresa	39
Figura 21 - Escolha de uma causa para implementar 5W	40
Figura 22 - Gastos mensais em relação com o budget	41
Figura 23 – Valores de OEE das linhas da Pintura da IKEA	45
Figura 24 -Gráfico OEE da área Lacquering	45
Figura 25 - Gráfico da disponibilidade das linhas lacquering.....	46
Figura 26 - Gráfico do desempenho das linhas lacquering	46
Figura 27 - Gráfico da qualidade das linhas lacquering.....	47
Figura 28- Taxa de avaria das linhas lacquering.....	48
Figura 29 - Modos de falha com risco elevado	51

Figura 30 - Gráfico dos registos de mudança de pistolas.....	56
Figura 31 - Passos para elaboração de um procedimento	62

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Indicadores da Manutenção PFF	44
Tabela 2 - Média da eficiência global das linhas da pintura	46
Tabela 3 - Análise RCPS	54
Tabela 4 - Custos da manutenção	61

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5W - Cinco Porquês

5W2H – What (O quê?) Why (Porquê) Where (Onde?) Who (Quem?) When (Quando?) How
How-many (Quanto?)

D - Disponibilidade

E - Eficiência

EB&D - Edge Band & Drill

KPI - Key Performance Indicator

MA - Manutenção Autónoma

MDT - Mean Down Time

MTBF - Mean Time Between Failures

MTTR - Mean Time to Repair

MWT - Mean Waiting Time

NP - Norma Portuguesa

OEE - Overall Equipment Effectiveness

OT - Ordem de trabalho

PDCA – Plan Do Check Act

PFF - Pigment Furniture Factory

RCPS – Root Causes Problem Solving

RPN – Risk Priority Number

SOS - Standard Operation Sheet

TPM - Total Productive Maintenance

WES - Work Element Sheet

WO - Work Order

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto insere-se na unidade curricular Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, e tem como principal propósito implementar melhorias na manutenção dos equipamentos da fábrica de *Pigment Furniture Factory (PFF)* da empresa *Ikea Industry Portugal, Lda*.

Neste capítulo faz-se um breve enquadramento do projeto, apresentam-se os seus principais objetivos, a metodologia empregue na realização do projeto e a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Um dos principais objetivos para muitas empresas é o aumento da produtividade, garantindo o lucro, a qualidade e a satisfação dos clientes. Para este efeito é necessário garantir a fiabilidade dos equipamentos e a segurança de pessoas e bens. Neste âmbito, a gestão da manutenção desempenha um papel relevante na rentabilização de ativos físicos, através da definição de estratégias (Wang, Chu, & Wu, 2007), sendo também um dos pilares cruciais para o bom funcionamento da produção (Ahmad, Zakuan, Jusoh, & Takala, 2012; Wang et al., 2007).

A empresa PFF, onde se desenvolve o projeto, possui um plano estruturado de manutenção com instruções de trabalho definidas para ações corretivas e preventivas. Com este projeto pretende-se analisar e reestruturar as instruções de manutenção (Mariz & Picchi, 2013) e implementar as melhores estratégias para prever ou prevenir as falhas (Webb, Fontaine, Green, Stoppello, & Ieee, 2013), contribuindo, deste modo, para o aumento da eficiência na gestão da manutenção (Yuniawan, Ito, & Bin, 2013).

A principal finalidade da Manutenção é reduzir a taxa de falhas. Assim, quando esta taxa está acima do esperado a fábrica sente a necessidade de recorrer a mão-de-obra extra, o que acarreta elevados custos ao departamento de manutenção. O elevado número de peças para retrabalho devido a anomalias dos equipamentos, também é frequente na empresa. Nesta perspetiva, deve-se preceder à análise da situação atual e implementar medidas para resolver estes problemas e conter os custos.

A abordagem *Total Productive Maintenance (TPM)*, desenvolvida no Japão e introduzida em 1971 tem-se mostrado adequada para aumentar a disponibilidade e a fiabilidade das máquinas

/ equipamentos de produção, reduzindo a necessidade de um maior investimento de capital (Sharma & Sharma, 2014).

Uma das chaves de sucesso do TPM é o desenvolvimento da prática de manutenção preventiva (MP) (Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005), tendo-se vindo a afirmar como um diferencial de grande potencial com vista a melhorar a produtividade e a minimizar custos no processo produtivo. Segundo Ahmad et al., (2012), para atuar sem conduzir a erros ou manutenções excessivas e definir intervalos de tempo entre intervenções sem correr riscos de afetar a produção, são necessários indicadores de desempenho e estratégias adequadas.

Os indicadores de performance (KPI) são indicadores económicos, técnicos e organizacionais e estão relacionados com os parâmetros de desempenho da fábrica. Estes indicadores são imprescindíveis para o desenvolvimento de um programa de melhoria contínua, pelo que se torna importante uma correta definição dos indicadores relevantes (Chompu-Inwai, Diaotrakun, & Thaiupathump, 2013) para monitorizar a estratégia adotada.

1.2 Objetivos

Este projeto tem como principal objetivo melhorar as técnicas utilizadas na fábrica de *Pigment Furniture Factory (PFF) IKEA* para reduzir paragens inesperadas do processo de produção, garantindo a qualidade e a segurança de pessoas e bens. Destaque-se ainda como objetivos importantes deste projeto:

- A sensibilização de todos os elementos da equipa da manutenção para a utilização do *software Maintmaster*;
- A redução da taxa de avarias;
- A redução dos custos de manutenção e o de retrabalho;
- A melhoria das instruções de trabalho de manutenção preventiva;
- O aumento da eficiência e da disponibilidade das máquinas.

1.3 Metodologia de Investigação

Ao iniciar a elaboração de um estudo para a realização de um projeto prático é necessário a recolha de dados para análise, a fim de definir ações corretivas e implementação de melhorias. Nesse âmbito, identificou-se como a melhor metodologia a *Action-Research methodology*. Esta metodologia consiste em identificar lacunas nos processos, numa fase de diagnóstico, para projetar ações e tomar medidas num ambiente colaborativo entre o investigador e os

trabalhadores, sustentado por um procedimento cíclico de melhoria contínua. Difere das restantes metodologias no aspeto de atuar, promovendo mudança na organização (O'Brien, 1998). A sua implementação segue um conjunto de fases como mostra a Figura 1.

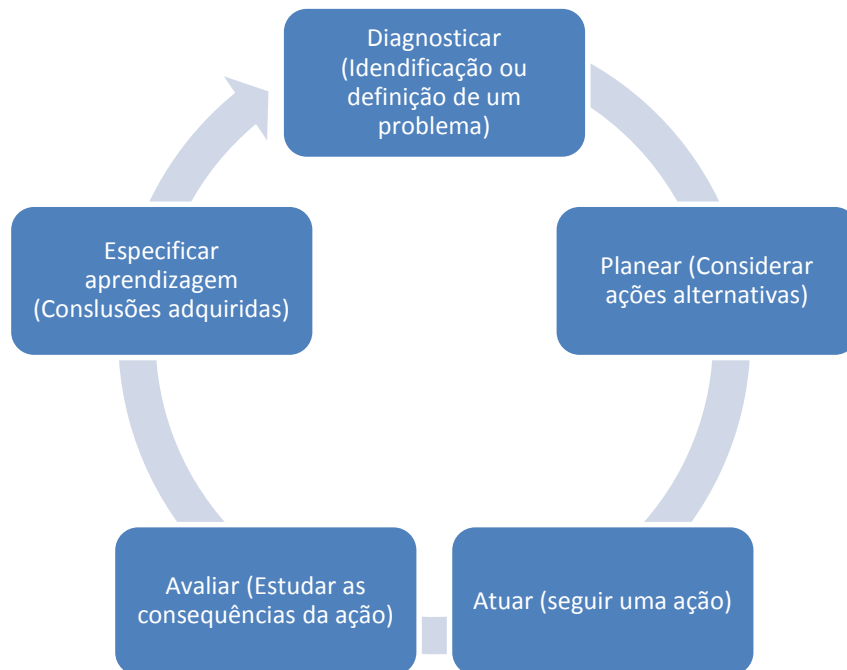


Figura 1 - Fases para a implementação da metodologia Action-Research (O'Brien, 1998)

1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação está estruturada em cinco Capítulos. O primeiro Capítulo apresenta o tema em estudo, fazendo o seu enquadramento, identificando os principais os objetivos traçados, referindo a metodologia escolhida para desenvolver o estudo e as fases da sua execução. No segundo capítulo apresentam-se as ferramentas necessárias para as análises requeridas, com especial destaque para a ferramenta FMEA e os indicadores cruciais para avaliação da situação atual, abordando ainda tópicos sobre a manutenção industrial e a standarização de processos. Referem-se também exemplos de casos de estudo com objetivos semelhantes ao do projeto. No Capítulo 3 faz-se uma breve descrição da empresa onde foi realizado este estudo e apresenta-se o diagnóstico da manutenção efetuado na fábrica PFF, conjuntamente com uma análise crítica da situação atual da área *lacquering*. Com base nesta análise crítica são utilizadas ferramentas e definidos procedimentos de melhoria contínua no departamento de manutenção da fábrica, apresentados no Capítulo 4. Por último, no Capítulo 5 apresentam-se as conclusões do estudo e propostas de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No presente capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica dos conceitos necessários para a realização do projeto, entre os quais é referido em que consiste o conceito da manutenção e a sua organização, os indicadores que auxiliam a identificar as lacunas na fábrica, a apresentação da ferramenta *FMEA* e seus objetivos, a importância de haver processos *standard* e, por fim, faz-se uma breve descrição de ferramentas auxiliares ao estudo realizado no projeto.

2.1 Manutenção

Derivada do *latim manus tenere*, que significa “manter o que se tem”, a palavra manutenção está presente na história do ser humano há milhares de anos. Até a década de 40, só se recorria à manutenção quando não havia outra solução, limitando-se apenas à limpeza das máquinas e equipamentos ou substituição quando houvesse avarias (Pinto, 1999). Com o constante acréscimo dos custos, derivados da baixa disponibilidade das máquinas, as empresas industriais vêm-se obrigadas a desenvolver os departamentos de manutenção. Inseridos numa sociedade competitiva e com recursos tecnológicos cada vez mais avançados que também são dispendiosos, as empresas sentem a necessidade de manter os seus recursos disponíveis, aumentando o seu tempo de vida.

É deste modo que a função manutenção evolui de uma fase primária, em que apenas se dedicava à reparação de avarias, para a manutenção preventiva, elaborando planeamentos com ações preventivas e sistemáticas para aumentar a disponibilidade das máquinas e o tempo de vida útil e abandonando a ideia de que as manutenções devem ser realizadas só quando ocorre uma avaria (Kumar Sharma & Gopal Sharma, 2014).

Frequentemente ouve-se a frase “É melhor prevenir que remediar”, que nos incentiva a prevenir acontecimentos e a combater consequências não desejadas.

A função manutenção tem por objetivo garantir a fiabilidade e a manutibilidade dos equipamentos, ou seja, garantir que um bem possa realizar as suas funções no tempo e condições definidas, como também garantir que a manutenção é realizada utilizando recursos prescritos e seguindo o procedimento estipulado, para que a máquina após restaurada desempenhe as funções exigidas (Pinto, 1999).

Com o aumento da função manutenção foi preciso desenvolver a organização e gestão dos recursos e técnicas com uso da evolução tecnológica, planeando as ações de intervenção baseadas nos documentos das máquinas e no conhecimento técnico, com coordenação, para garantir a execução das ações nos prazos estipulados para assim executar essas ações garantindo um controlo de custo, tendo em conta a importância em motivar a equipa envolvida.

2.2 Organização e Planeamento

Para a elaboração de um plano de manutenção coerente é necessário a gestão dos recursos materiais e humanos e a organização das ações. Para tal é preciso estabelecer-se uma política de manutenção a seguir.

A escolha da política da manutenção é estabelecida de acordo com o condicionamento da produção e características dos equipamentos, combinando diversos aspetos (Pinto, 1999):

- Fiabilidade dos equipamentos e taxas previsíveis de avarias;
- Manutibilidade dos equipamentos (acessibilidade e facilidade de execução de ações de manutenção);
- Tipos de avarias (em função do tempo de funcionamento ou aleatórias);
- Criticidade dos equipamentos em relação à sua influência nos custos indiretos da manutenção (perdas de produção);
- Consequências de uma avaria no equipamento em termos de segurança pessoal, do próprio equipamento e da fábrica no ambiente;
- Existência de aspetos legais relativos a inspeções e vigilância obrigatórias dos equipamentos;
- Viabilidade técnica e económica da deteção antecipada de substituição (seguida de reparação e recondicionamento em oficina), ou reparação imediata no local e suas implicações nos stocks;
- Avaliação económica comparativa do benefício resultante das diversas opções possíveis de manutenção a aplicar.

2.3 Tipos de Manutenção

Anteriormente era normal recorrer a contratações de bombeiros para o caso de o departamento de manutenção falhar, porém isso aumentava os tempos de paragem e dificultava o desempenho da produção. Nesse âmbito, com o avanço da tecnologia, estratégias

da manutenção começaram a ser desenvolvidas, dessa forma a manutenção dividiu-se em vários tipos como se verifica na Figura 2.



Figura 2 - Tipos de Manutenção adaptado de NP EN 13306 (2007)

A manutenção corretiva corresponde a uma resposta ao acontecimento de uma avaria aplicado à melhoria dos equipamentos de modo que a falha de equipamento possa ser eliminada (melhorando a fiabilidade) e o equipamento possa ser facilmente mantido (Ahuja & Khamba, 2008), enquanto a manutenção preventiva corresponde a um plano de intervenção programado. Por sua vez a manutenção preventiva pode ser sistemática com periodicidade fixa para as intervenções a pontos críticos ou revisões gerais que acarretem paragem geral, ou pode ser condicionada quando realizada em função do estado do equipamento (Pinto, 1999).

Para programar atividades de manutenção, faz-se um controlo contínuo ou periódico do estado dos equipamentos de forma a prever futuros incidentes através das curvas de tendências dos parâmetros selecionados para monitorização direta das condições mecânicas, rendimento do sistema, e outros indicadores que auxiliam a prever o tempo médio para o equipamento falhar.

A gestão da manutenção também garante as componentes e ferramentas necessárias para substituição e a habilidade dos técnicos disponível para corrigir o problema antes de acontecer uma falha catastrófica, logo minimiza tempos e custos despendidos por causa das paragens não programadas criadas por falhas das máquinas. De acordo com a evolução das técnicas de manutenção, a manutenção condicionada é considerada o meio mais adequado para prever ocorrências inesperadas e aumentar a disponibilidade dos equipamentos de produção (Almeida, 2011).

2.4 Indicadores de Desempenho

As empresas procuram constantemente por melhorias em todas as áreas. Para tal, necessitam de medir o seu desempenho através de indicadores - *Key Performance Indicators* (KPI's) antes e depois de implementar novas práticas, medindo o seu sucesso e projetando novos objetivos para a melhoria contínua (Chompu-Inwai et al., 2013).

Os indicadores podem ser de natureza económica, técnica, organizacional e saúde, segurança e meio ambiente (Stenström, Parida, Kumar, & Galar, 2013). Segundo a Norma NP EN 15341 (2009), um indicador de desempenho é crucial para a tomada de decisão, e deve estar diretamente relacionado com uma variável a analisar.

Os indicadores económicos são utilizados para estimar os custos de manutenção, e os indicadores técnicos são os mais utilizados na manutenção, pois, permitem um elevado número de análises direcionadas para o aumento da disponibilidade das máquinas, minimizando a necessidade de manutenções corretivas e paragens da produção. Por sua vez os indicadores organizacionais estão relacionados com os recursos humanos da manutenção.

O estudo do comportamento de um equipamento ou dos seus componentes, no que diz respeito a sua fiabilidade num dado período de tempo, é efetuado com base em técnicas estatísticas indispensáveis para os cálculos da manutenção (Pinto, 1999).

2.4.1 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

O OEE é considerado o indicador mais adequado para calcular a eficiência de um equipamento no *TPM* (*Total Productive Maintenance*) (Kumar Sharma & Gopal Sharma, 2014). Este indicador foi desenvolvido pelo japonês *Seiichi Nakajima* (Nakajima, 1988) para quantificar o desempenho dos equipamentos e a qualidade da produção. Tem sido adotado por várias empresas como uma métrica de melhoria contínua e considerado uma ferramenta de pensamento Lean e parte integrante do *TPS* (*Toyota Production System*).

Nesse âmbito, é necessário perceber as perdas que acontecem durante a produção que, consequentemente, diminuem o desempenho das máquinas. Segundo (Nakajima, 1988), essas perdas podem ser:

- Perdas causadas pelas paragens não planeadas;
- Perdas resultantes por o equipamento não funcionar à velocidade/cadência nominal;
- Perdas de produto que não cumpram as especificações.

Dessas origens foram definidas as seis principais perdas que ocorrem durante a produção (Nakajima, 1988):

- Avarias do equipamento;
- Troca do produto em produção (*Changeover*), afinações dos equipamentos (*Set-up*);
- Esperas, pequenas paragens (Ex: espera de material);
- Alteração/ Reajuste da velocidade da produção;
- Defeitos e retrabalho;
- Perdas no arranque e desperdícios de material.

Essas perdas estão relacionadas com a disponibilidade, desempenho ou a qualidade, é neste âmbito que surge o indicador *OEE*, resultante da combinação desses três fatores, demonstradas na Figura 3.

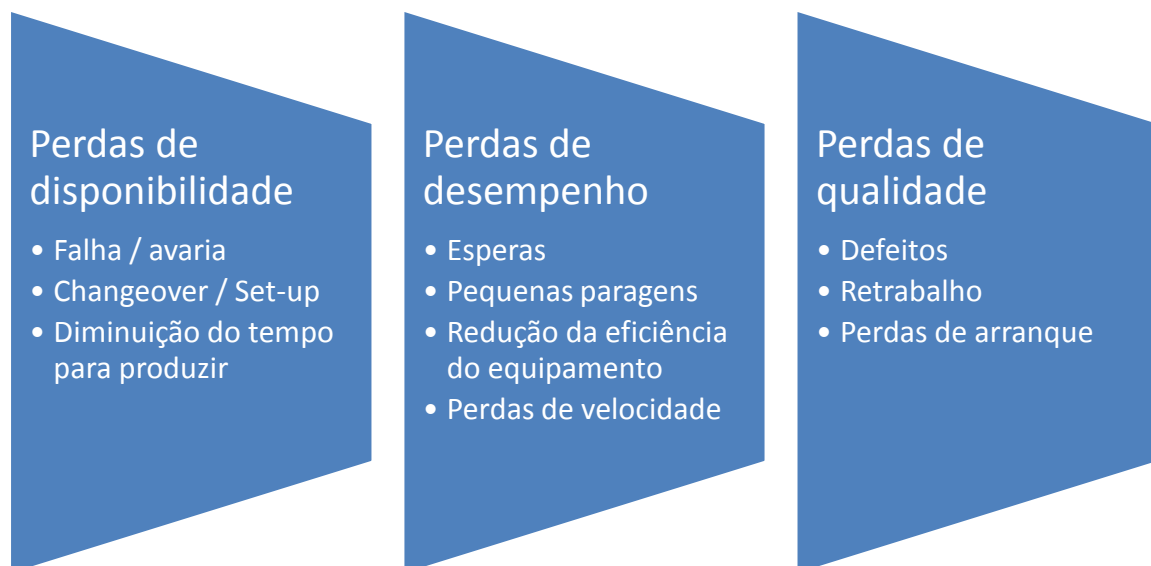


Figura 3 - Perdas relacionadas com os fatores do OEE (adaptado Nakajima, 1988)

O cálculo do *OEE* resulta da multiplicação desses fatores, determinados da seguinte forma:

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade$$

Disponibilidade – quantidade de tempo de trabalho de um equipamento comparado com o tempo de vida programado para trabalhar;

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ trabalhado\ (Running\ time)}{Load\ time}$$

Desempenho ou Performance - percentagem da capacidade de produção nominal ou ideal a que um equipamento trabalha.

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Peças produzidas}}{\text{Produção possível nesse tempo}}$$

Qualidade – número de peças boas produzidas em comparação com o número total de peças produzidas;

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Peças produzidas ok}}{\text{Peças produzidas}}$$

2.4.2 Taxa de avaria

A maior preocupação da manutenção são as falhas das máquinas. O planeamento e a gestão da manutenção consistem em prever e impedir que elas aconteçam.

Segundo a norma portuguesa NP EN 13306 (2007), a avaria consiste na inability de um equipamento cumprir as funções que lhe foram atribuídas.

Numa avaliação do funcionamento de um equipamento, a taxa de avarias (λ) resulta do total de avarias que aconteceram num dado período de tempo de produção. O tempo de funcionamento pode ser expresso desde anual até segundos, dependendo do comportamento do bem em estudo (Pinto, 1999).

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de avarias}}{\text{Tempo de funcionamento}}$$

Normalmente a taxa de avaria de qualquer equipamento não é constante, varia com o seu tempo de vida (Almalki & Yuan, 2013). A evolução da taxa de avarias é conhecida como “Curva da banheira” representada na Figura 4.

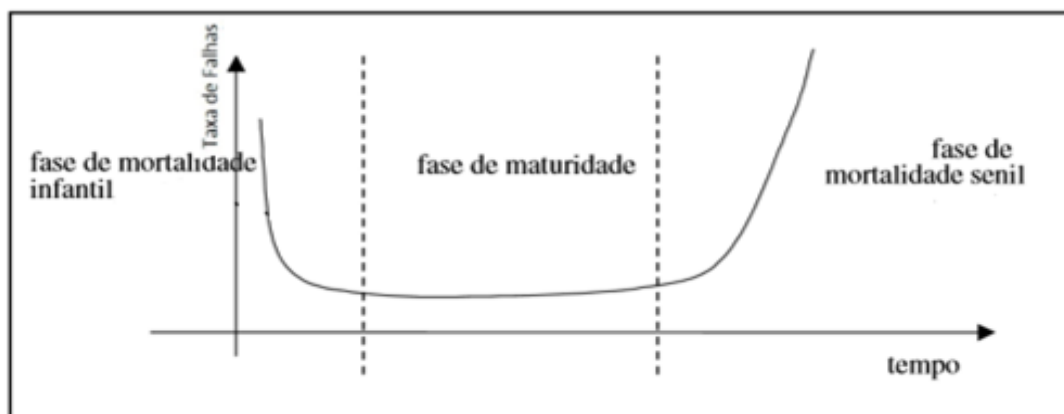


Figura 4 - Curva da Banheira (Reparos, 2015)

Com o formato que se assemelha a uma curva de uma banheira, o gráfico demonstra o comportamento de um equipamento em três fases, desde a sua instalação, os ajustes que necessita, até ao final da sua vida útil.

A fase inicial trata-se do período de arranque, em que as falhas imediatas estão relacionadas com defeitos de fabrico ou instalação, com inexperiência de quem opera o equipamento ou com a má condutibilidade, esta fase denomina-se de “mortalidade infantil”. Com a adaptação do equipamento ao local e com os componentes ideais para o seu bom funcionamento, verifica-se a redução de acontecimentos de avarias, nesta fase diz-se que o equipamento está no período de vida útil. A taxa de avaria acontece devido a causas aleatórias como excesso de esforço ou fatores externos como a temperatura ambiental e, portanto, é considerado constante. Na fase seguinte tem-se o período de desgaste em que o equipamento já se encontra no fim da sua vida útil, envelhecido, apresentando um acréscimo contínuo da taxa de avarias (Pinto, 1999).

2.4.3 *Mean Time Between Failures (MTBF)*

O *MTBF* representa o tempo médio expectável entre falhas e exprime a fiabilidade do equipamento. Numa ocorrência aleatória de avarias corresponde ao inverso da taxa de avarias (Pinto, 1999).

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{N^{\circ} \text{ de avarias}}$$

A sua definição gera controvérsias; pode ser considerado o tempo entre o início da reparação de uma falha até ao acontecimento de outra falha, ou o tempo desde o fim da última reparação até acontecer uma falha, pois corresponde como já foi dito, à fiabilidade do equipamento (Pinto, 1999).

De acordo com a norma NP EN 13307 (2007), o indicador *MTBF* mede a aptidão que um sistema tem de cumprir a função que lhe é requerida dentro de certas especificações, num determinado período de tempo.

Os métodos utilizados são de natureza estatística, ou seja, fornecem apenas uma aproximação ao *MTBF* real. Desta forma, as empresas devem escolher o método que melhor se adequa (Torell & Avelar, 2004).

2.4.4 *Mean Time To Repair* (MTTR)

O *MTTR* é o indicador que calcula a média de tempo necessário para reparar uma falha. Exprime a manutibilidade do equipamento, ou seja, a sua aptidão de ser mantido ou restaurado para cumprir a sua funcionalidade (Pinto, 1999).

$$MTTR = \frac{\text{Tempo total de manutenção corretiva}}{\text{Total de avarias}}$$

O tempo total de manutenção corretiva corresponde ao tempo despendido para reparar a avaria, esse tempo inclui o tempo gasto para identificar e diagnosticar a avaria, reunir os materiais e conhecimentos necessário, reparar a falha até colocar o equipamento de novo em funcionamento.

O *MTTR* influencia a disponibilidade do sistema, quanto mais tempo leva a corrigir o problema, menor é a sua disponibilidade. Resulta do tempo de espera pelo técnico de manutenção e do tempo de reparar fisicamente o sistema e pode abranger o tempo para diagnosticar o problema (Torell & Avelar, 2004).

2.4.5 Disponibilidade

A disponibilidade de um equipamento depende dos indicadores anteriores (*MTBF* e *MTTR*) e também do tempo de espera desde o instante em que acontece a falha até começar a reparação, denominado de *MWT* (*Mean Waiting Time*). Analiticamente determina-se pela seguinte equação:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT}$$

A soma de *MTBF*, *MTTR* e *MWT* corresponde ao tempo disponível de produção, isto é, inclui o tempo que a máquina está em funcionamento e o tempo de paragem devido a falhas, como também outras paragens.

Se adicionar apenas *MTTR* e o *MWT* resulta o *MDT* (*Mean Downtime*), que é o tempo de paragem resultante da avaria, ou seja, é o tempo em que o equipamento esteve indisponível à espera de reparação e durante o qual esteve em manutenção.

2.4.6 Custos de Manutenção

O objetivo essencial das empresas é maximizar os lucros; a estratégia seguida por muitas, passa pela minimização dos custos. Em empresas de tecnologia intensiva, os custos dos

departamentos de manutenção representam uma fatia significativa dos custos totais da empresa (Almeida, 2011). Por este motivo compreende-se a pressão a que tem sido submetido o departamento de manutenção da PFF para adotarem medidas de normalização de trabalhos técnicos, de gestão de componentes sobresselentes e de melhoria da eficiência e eficácia das equipas de trabalho, no sentido de reduzirem custos de manutenção. Segundo Kumar Sharma & Gopal Sharma (2014), custos de manutenção elevados derivam, essencialmente, dos materiais necessários para reparação de avarias e do tempo de paragem da produção.

É necessário fornecer dados precisos que demonstram a necessidade de implementar tais estratégias que objetivam o aumento da disponibilidade das máquinas e da produtividade. (Marcorin & Lima, 2003)

A adoção da melhor política de manutenção passa por encontrar o ponto ótimo entre o que é despendido em manutenções preventivas e o custo de intervenções sem planeamento. A Figura 5 ilustra que investimentos em ações preventivas contribuem para a diminuição do custo total da manutenção, uma vez que reduzem os custos relacionados com a ocorrência de falhas. Porém, também existe o risco do investimento na manutenção preventiva passar o ponto ótimo, nesse caso os investimentos trazem poucos benefícios, porque além do ponto ótimo da disponibilidade (ver Figura 6) os investimentos em manutenções planeadas acarretam o aumento do custo total (Marcorin & Lima, 2003).

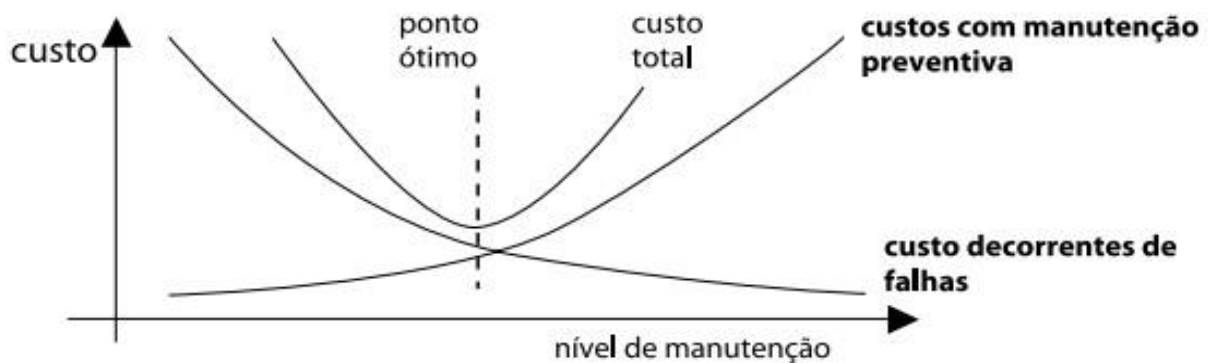


Figura 5 - Gráfico de relação entre custos e nível de manutenção (Mirshawka & Olmedo, 1993)

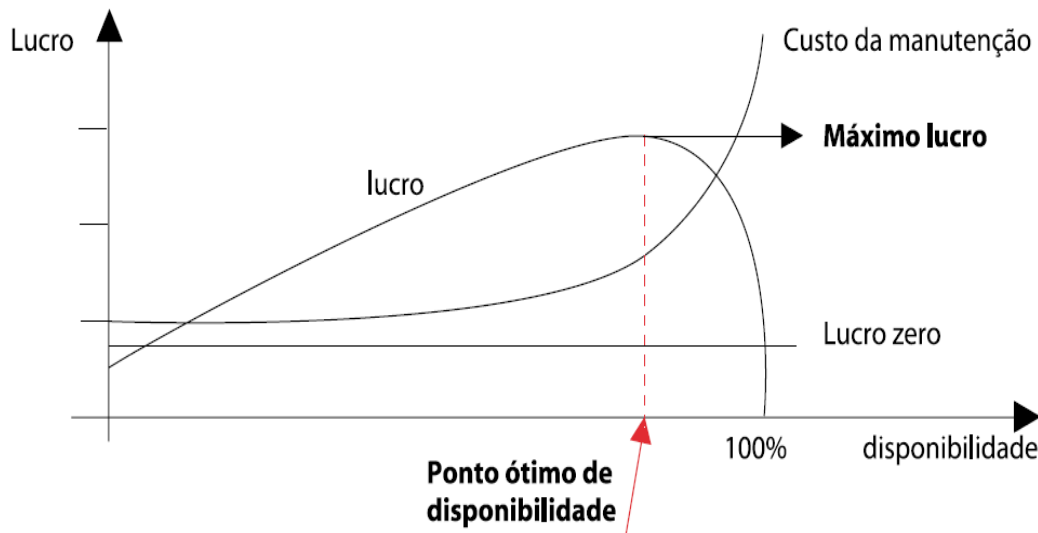


Figura 6 – Representação gráfica da variação do lucro com a disponibilidade (Murty & Naikan, 1995)

2.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Uma das principais ferramentas de prevenção de potenciais falhas dos equipamentos é a análise de modo e efeitos de falhas. Esta ferramenta permite identificar e analisar todos os potenciais modos de falha para classificar o nível de risco da avaria e posteriormente, definir ações de melhoria a fim de minimizar os riscos de ocorrer esta avaria, ou ainda evitar que esses problemas se repitam em máquinas semelhantes que poderão vir a ser adquiridas.

Esta técnica é utilizada para identificar e eliminar potenciais modos de falha para aumentar a confiabilidade e segurança de processos, como também fornece dados relevantes para tomadas de decisões. Deve ser realizada por uma equipa multifuncional.

Liu, Liu, & Liu (2013) propõe a implementação desta técnica por grupos multidisciplinares de forma a ter uma visão crítica de vários membros de diferentes departamentos, e priorizar as falhas sob diferentes tipos de incertezas tendo em conta o risco associado.

O principal objetivo da *FMEA* é identificar possíveis modos de falha, avaliar as causas e efeitos e determinar ações que possam eliminar as causas ou minimizar os efeitos causados. Quando a técnica *FMEA* é utilizada para a análise de criticidade, também é referida como Análise de efeito, modo e criticidade de falhas (FMECA).

O estudo da *FMEA* corresponde a um ciclo e a sua implementação segue os seguintes passos demonstrados na Figura 7 (Cândeia, Kifor, & Constantinescu, 2014).

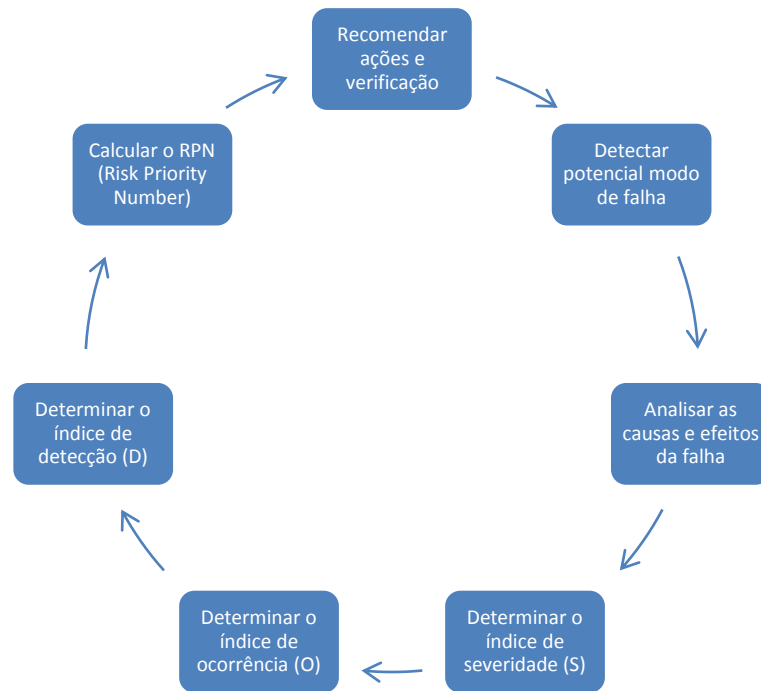


Figura 7 - Implementação da FMEA (adaptado de Cândeia, Kifor, & Constantinescu, 2014)

Após detetar o modo de falha deve-se analisar as causas e efeitos e caracteriza-las utilizando índices de detecção, ocorrência e severidade. A prioridade de um modo de falha é determinada através do *RPN*, que é o produto destes três índices. Quanto maior o *RPN* de um modo de falha, maior será o risco para a confiabilidade do sistema (Liu et al., 2013).

$$RPN = S \times O \times D$$

Os índices são representados em tabelas normalmente numa escala de 1 a 10 adaptadas às terminologias utilizadas nas empresas e indicam a “força” de a falha acontecer “O”, a gravidade ou severidade associada ao modo de falha “S” e a probabilidade de não detetar a falha “D”.

De seguida devem propor os procedimentos que serão preferencialmente aplicadas às ações de alto risco. Realizados os procedimentos, a análise é repetida recalculando o *RPN* de modo a verificar se as ações corretivas foram eficazes (Liu et al., 2013).

Para iniciar a análise é necessário registar todas as etapas do processo em estudo em que existem aspetos críticos determinados durante o mapeamento do processo. De seguida são anotados todos os potenciais modos de falha críticos para a produção e os respetivos efeitos e causas. Esses efeitos são classificados de acordo com o índice de severidade e as causas através do índice de ocorrência. Para facilitar a diferenciação entre causas, efeitos e modos apresenta-se a Figura 8.

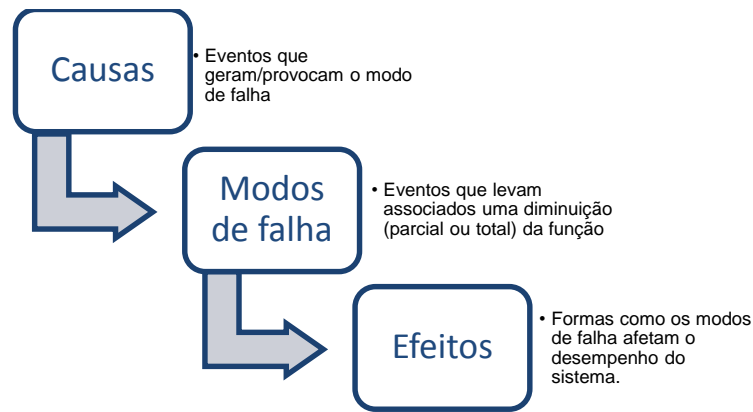


Figura 8 - Diferença entre causa, modo e efeito de falha

Para facilitar a identificação de causas e efeitos dos problemas recorre-se também à utilização do diagrama de *Ishikawa*, apresentado na secção 2.7.1 como ferramenta auxiliar.

O processo para deteção das falhas corresponde a métodos de controlo correntes, podendo ser de deteção e/ou prevenção, e correspondem a procedimentos adotados para controlar os modos de falhas. As medidas de deteção podem ser de controlo visual, quando não exigem nenhum procedimento e apela à concentração do operador; de autocontrolo, seguindo registos de ações para os operadores controlarem a qualidade dos processos, ou medidas adotadas como por exemplo, medições de gramagem para detetar falhas durante a calibração de rolos de pintura. As medidas de prevenção correspondem a manutenções preventivas e autónomas. O controlo corrente é classificado de acordo com a escala de deteção.

Para cada potencial modo de falha, tendo em conta o *RPN* calculado, pois a prioridade das ações é de acordo com o risco calculado (Cândea et al., 2014), deve propor-se ações de melhorias para minimizar os efeitos ou eliminar as causas, sendo necessário definir ações corretivas e preventivas. Estas ações devem ser implementadas e monitorizadas atribuindo um responsável, dando seguimento utilizando o ciclo *PDCA*, apresentado na secção 2.7.2.

Após a realização das ações propostas em prole de reduzir os índices para a classificação do risco, deve-se atribuir novos valores das escalas do índice de acordo com o andamento e resultado da ação e recalcular o *RPN*.

Além disso existem casos em que a gravidade de um efeito está relacionada com outro potencial modo de falha. A priorização das medidas deve ser determinada em termos do tipo de relações e gravidade de influências (Liu et al., 2013). As medidas devem diminuir o valor do índice de deteção pois deve facilitar a sua deteção caso aconteça e diminuir a probabilidade de acontecer. A severidade não altera, pois se a falha acontecer a gravidade é

igual. Também é preciso verificar se houve melhorias em termos de qualidade, caso a ação não tenha conduzido às melhorias requeridas, devem ser sugeridas novas ações.

2.5.1 Tipos de FMEA

As etapas e a maneira de realização da análise FMEA nos diferentes tipos são as mesmas, diferenciando somente quanto ao objetivo. Assim as análises *FMEA*'s podem ser classificadas em dois tipos:

- *FMEA* de produto: são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrentes do projeto. É comumente denominada também de *FMEA* de projeto. Com ênfase na melhoria da conceção e garantir que o produto é seguro e confiável durante a sua vida útil.
- *FMEA* de processo: são consideradas as falhas no planeamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não-conformidades do produto com as especificações do projeto. O alcance de uma *FMEA* de processo pode incluir operações de manufatura e montagem, transporte, peças recebidas, movimentação de materiais, armazenamento, transportadores, manutenção de ferramentas e de rotulagem. (Carlson, 2014)

2.5.2 Objetivos da FMEA

- Detetar e avaliar potenciais modos de falha;
- Evitar repetir modos de falha já conhecidos (Criar base de dados/histórico);
- Encontrar a razão para a falha e eliminá-la;
- Fornecer dados básicos para possíveis melhorias do produto ou do processo;
- Iniciar ou melhorar as instruções de manutenção preventiva;
- Identificar áreas onde as melhorias são de impacto significativo.

2.6 Standarização de trabalho

O trabalho padronizado é uma ferramenta da filosofia *Lean* que se pode aplicar a situações de trabalho repetitivos. Tem como principal objetivo a redução de desperdícios ao longo do fluxo da produção a fim de minimizar os prazos de entrega, minimizando os custos e garantindo a

qualidade dos produtos. Além de reduzir a carga de trabalho e diminuir riscos de acidentes, aumentando a produtividade e a satisfação dos trabalhadores, pois estabelece procedimentos precisos para cada operador. (Mariz & Picchi, 2013). Baseadas em preceitos do Sistema Toyota de Produção, várias indústrias têm recorrido a esta ferramenta *Lean*. Por exemplo, muitas empresas de construção civil adotaram a ferramenta com o objetivo de identificar as lacunas envolvidas de trabalhos repetitivos, embora ainda não existam muitos artigos sobre trabalho padronizado no setor de construção (Mariz, Granja, Savio, & Melo, 2006). Para a sua implementação é necessária uma análise do fluxo do trabalho baseada em três elementos: tempo de ciclo, sequência, e trabalhos em curso. Segundo (Fazinga, 2012), o trabalho padronizado visa principalmente a eliminação de desperdícios. A ferramenta é aplicada em situações de processos recorrentes (Mariz & Picchi, 2013).

A normalização de trabalhos consiste num processo para estabelecer um padrão que possa servir como uma base para estimular a inovação numa indústria. No setor das comunicações sem fio, a normalização serviu para estabelecer uma base tecnológica para a conectividade (Kang & Motohashi, 2014).

2.7 Ferramentas Auxiliares

Nesta secção apresenta-se uma breve descrição de algumas ferramentas que podem ser aplicadas para auxiliar no desenvolvimento de métodos e análises.

2.7.1 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de *Ishikawa* conhecido como diagrama de espinha de peixe, pelo seu formato, foi desenvolvido pelo japonês *Kaoru Ishikawa*, estatístico de controlo da qualidade, na década de 60. O diagrama é uma ferramenta de análise que fornece uma forma sistemática de olhar para os efeitos e as respetivas causas (Gheorghe ILIE, 2010).

A aplicação desta ferramenta consiste primeiro em definir o efeito e posteriormente identificar as causas apresentadas sobre 6 variáveis (método, matéria-prima, mão-de-obra, máquina, medição e meio-ambiente) que constituem os ramos do diagrama, para cada ramo descreve-se as origens das causas (Vieira, 2011).

2.7.2 Ciclo PDCA (Plan Do Check Act)

A ferramenta consiste em dar seguimento a ações em prol da constante busca pela melhoria contínua, ou seja, representa um ciclo comportando 4 fases, que está constantemente a ser

avaliado para identificar onde se pode prosperar. Na primeira fase deve definir-se claramente o problema a suprimir, planear as soluções que se pretende implementar, delineando os passos a seguir e o modo de atuação. Na segunda fase deve-se agir colocando em prática a melhor solução dentro das datas estipuladas. Na terceira fase deve-se verificar se o andamento da ação está dentro dos padrões delineados, analisando se o resultado obtido elimina as causas do problema. Por fim, na quarta fase normalizam-se as ações tomadas de forma a garantir a standardização dos atos, e a sustentabilidade e a exclusão da causa raiz, assegurando que o problema não volte a acontecer (Sokovic, Pavletic, & Pipan, 2010).

No caso de se voltar a verificar o problema ou situações parecidas, deve-se iniciar novamente o ciclo, planeando novas soluções de melhorias até alcançar as melhorias desejadas. Sendo um conceito de melhoria contínua, era considerado um método estatístico do ponto de vista de Controlo da Qualidade. *W. Edwards Deming* modificou e popularizou o ciclo *PDCA*, e passou a ser referido como ciclo de Deming (Weinstein & Vasovski, 2004).

2.7.3 5W2H

A ferramenta 5W2H é considerada uma ferramenta eficaz para descrever ações planeadas de forma cuidadosa e objetiva (Silva, Delai, De Castro, & Ometto, 2013), consistindo, fundamentalmente, em responder a sete perguntas (*What, Why, Who, When, Where, How, How-many*).

A equipa que analisa o problema deve responder às perguntas (Figura 9) direcionadas para o problema em questão de forma a facilitar a descrição e compreensão do problema e identificar a causa raiz.

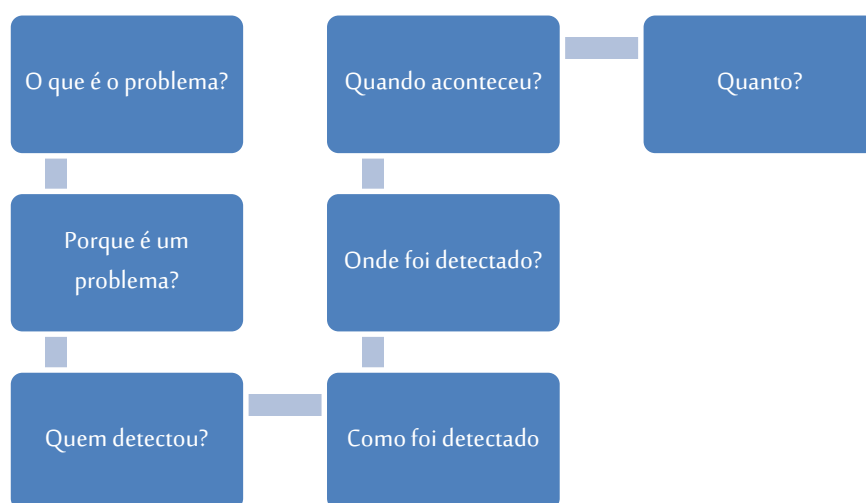


Figura 9 - Implementação 5W2H

2.7.4 Fluxograma

O fluxograma consiste em sequenciar as várias etapas de um procedimento em forma de esquema utilizado para compilar as informações com o objetivo de assegurar que os passos sejam seguidos na sequência correta (Silva et al., 2013). Permite a visualização dos movimentos ilógicos e a dispersão de recursos materiais e humanos e constitui o fundamento básico de todo trabalho racionalizado, pois não basta fazer a sua divisão, sendo necessário dispô-lo bem no tempo e no espaço.

Esta ferramenta pode ser utilizada para delinear os passos de um processo ou sistema, através de símbolos, permite averiguar opções de caminhos a seguir e a dispersão de recursos materiais e humanos, constituindo um fundamento básico de trabalho normalizado e racionalizado (Grimas, 2008).

2.7.5 Systematic Problem Solving (SPS)

Alguns problemas enfrentados por empresas são resolvidos rapidamente quando o problema já ocorreu antes e foi resolvido com êxito, no caso de a empresa implementar de forma padronizada as ações a serem tomadas quando acontece tal problema. Noutros casos deve existir um processo sistemático para estudar o problema (Boas, 2012). A Figura 10 mostra um exemplo de *SPS*, utilizado para estudo de um problema recorrente.

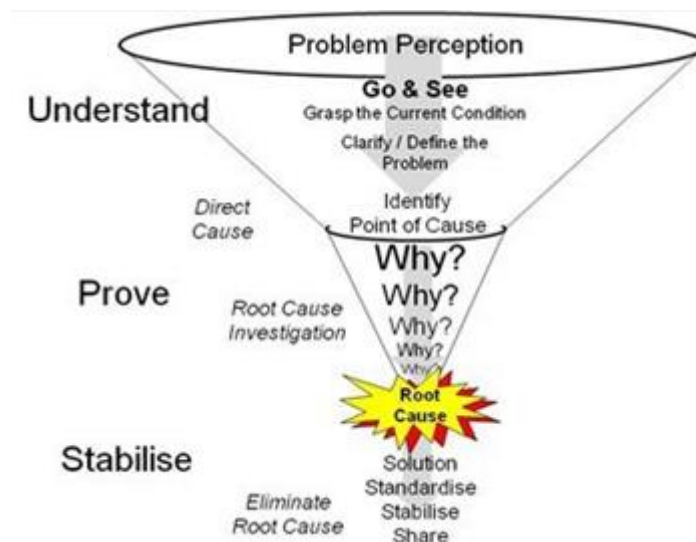


Figura 10 - Sequência para resolução de problemas de McKinsey (MikeD, 2015)

Para iniciar o *SPS* é necessário definir o problema, de forma a perceber melhor o acontecimento e projetar as soluções com vista no que se pretende alcançar. Nesta fase utiliza-se frequentemente a ferramenta *5W2H* (abordado na secção 2.7.3), começando pela realização de uma entrevista aos que foram afetados pelo problema ou apenas detetaram o

problema. De seguida, determina-se a fonte do problema, através de um *brainstorming* com um grupo de pessoas que se reúnem para determinar as causas de um problema em específico e/ou através de *benckmarking* interno ou externo, para obter novas perspetivas em relação à análise do problema (Boas, 2012). São, assim, identificadas as causas consideradas pertinentes, de modo a definir e a implementar soluções para eliminar o problema e prevenir que volte a acontecer.

Segundo o método “*Delphi Decision Making Process*”, conhecido com *expert brainstorm*, o sucesso da realização do *SPS* depende do conhecimento e das habilidades de comunicação dos membros que constituem o grupo que irão realizar esta análise, além disso, requer tempo para reflexão e análise (McNamara, 1999). Os principais méritos deste método são: eliminação dos problemas interpessoais, uso eficiente do tempo de especialistas, diversidade de ideais e precisão de soluções e previsões (Cluster, Scarcella, & Stewart, 1999).

2.8 Estudo de melhoria contínua na manutenção

De forma a estabelecer a melhor estratégia para realização do presente projeto, foi efetuada uma pesquisa sobre trabalhos relacionados com a implementação de programas de melhoria contínua na área da manutenção. Desta pesquisa destacam-se três trabalhos que se apresentam de seguida de forma sucinta.

Estratégia de manutenção: estrutura, ferramentas, benefícios/custos e melhoria contínua

Este artigo (Oliveira & Paula, 2009) tem por objetivo investigar a manutenção como uma estratégia empresarial, suas abordagens, estruturas e ferramentas, o seu importante papel na tomada de decisões em relação a investimentos de novos equipamentos e a política de conservação.

Apresenta as fases e ferramentas sugeridas (Márquez et al. 2009) com a sequência de evolução de técnicas com focos específicos, ou seja, efetividade, eficiência, avaliação e melhoria, uma espécie de PDCA (Plan, Do, Check, Action) da manutenção. Apresentando as perdas sugeridas por Nakajima (1988), relata que para a sua redução, através da filosofia TPM, se deve seguir quatro atividades básicas (Wireman, 1998):

1. Melhoria da eficiência e eficácia da manutenção;
2. Foco na gestão dos equipamentos e na prevenção,
3. Treinamento para melhorar as competências de todo o pessoal envolvido;

4. Envolvimento dos operadores em algumas atividades diárias de manutenção dos seus equipamentos.

Neste estudo concluiu-se que o aumento do OEE será consequência e também agregação de valor aos investidores e aumento de valor de mercado da empresa. Isso será possível com a filosofia da Manutenção Preventiva Total (TPM), combinada com a Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM) e com a Gestão de Ativos Empresariais (*Enterprise Asset Mannagement – EAM*).

Organização e melhoria do desempenho do centro de manutenção de apoio às linhas de montagem de autorrádios

O segundo caso (Freitas, 2012) apresenta uma dissertação de mestrado, desenvolvida na empresa *Delphi Automotive Systems Portugal*. O trabalho pretende avaliar o impacto da criação do CAP (Centro de Apoio à Produção), analisando as métricas de fiabilidade, MTTR e MTBF, a fim de verificar se o impacto foi positivo, e através do OEE verificar quais os impactos que a aproximação da função manutenção à função produção gerou no desempenho global da secção de montagem. Segundo o pilar do TPM, manutenção autónoma, e tendo em conta o estudo realizado através da realização da FMEA criaram-se folhas de registos com instruções de manutenção autónoma.

Com os cálculos efetuados verificou-se que os valores dos índices de Disponibilidade (90%), Desempenho (95%) e Qualidade (99%), assim como o próprio valor de OEE, convergem para o proposto na literatura por Nakajima (1988). Ahuja & Khamba (2008) afirmam que uma organização de classe mundial deve apresentar valores de OEE iguais ou superiores a 85%.

Normalização da manutenção preventiva numa empresa de mobiliário

Neste estudo apresentado por Ferreira (2014) na sua dissertação de mestrado também desenvolvida na empresa *IKEA Industry Portugal*, os principais objetivos são de normalizar os documentos de manutenção e reduzir as falhas dos equipamentos, através do planeamento das intervenções a realizar, proporcionando, assim, o aumento de eficiência e, consequentemente, a diminuição do número e tempo de paragens. Para identificar as linhas de produção críticas foi proposto um índice de criticidade que permitiu concluir que das 10 linhas de produção mais críticas da empresa, 5 eram linhas da área da pintura.

3. MANUTENÇÃO DA FÁBRICA PFF

O presente projeto apresenta como tema o desenvolvimento e implementação de um programa de melhoria contínua da Manutenção na *IKEA Industry Portugal*. Neste capítulo será apresentado a empresa onde se realiza, mais especificamente a fábrica PFF e como se organiza o departamento de manutenção.

Também o presente capítulo mostra algumas ferramentas utilizadas pela empresa e como são elaboradas de acordo com a sua política. Por fim é realizado uma análise do diagnóstico referente à sua situação atual.

3.1 Empresa Ikea Industry Portugal

A empresa *IKEA* foi fundada por *Ingvar Kamprad*, nascido numa pequena localidade de Agunnaryd, perto de Älmhult, e descendente e um agricultor alemão e de uma família de comerciantes pelo lado materno. A sigla *IKEA* surge das iniciais do local de origem do fundador (*Ingvar Kamprad Elmtaryd Agunnaryd*). Ingvar registou a empresa em 1943, no início vendia qualquer coisa que acreditava que podia vender a baixo custo, em 1947 passou a ser uma empresa de mobiliário e, em 1955 passou a ter produtos com *design* próprio com o mote "Soluções acessíveis para viver melhor". O uso do catálogo, o self-service e a venda dos produtos em embalagens planas são hoje considerados distintivos de referência para o conceito de vendas da empresa.

A *IKEA* abriu a sua primeira loja em 1958 com o lema que até hoje é seguido "Uma ida ao *IKEA* deverá ser sempre uma experiência única!" e, em 1963 foi inaugurada a primeira loja *IKEA* fora da Suécia, em Asker, cidade Norueguesa.

Acreditando que a grande produção em série traz vantagens para o mercado de fabricação de móveis, o *IKEA* mudou a indústria na Suécia e no resto do mundo com a criação, em 1991, do grupo *Swedwood*.

O papel do *IKEA Industry*:

1. Criar valor acrescentado para o cliente em termos de preço e qualidade.
2. Criar capacidade de crescimento em categorias estratégicas importantes, difíceis de encontrar se houver uma situação de monopólio / oligopólio.
3. Adicionar competência de produção para a *IKEA* e fornecedores.

A empresa IKEA, líder mundial no mercado de móveis e artigos de decoração, abriu a primeira loja em Portugal em 2004. O plano de expansão de grupo em Portugal inclui um total de sete lojas *Inter IKEA Center Group* e três unidades industriais do grupo *Swedwood* em Paços de Ferreira. Em 2013 foi convertida num único grupo com o nome *IKEA Industry Group*. Esta fusão teve como objetivo a cooperação e o trabalho de grupo, nomeadamente, a nível de organizações e estruturas legais, pretendendo alcançar maiores oportunidades de crescimento no trabalho contínuo e oferecer os produtos ao menor custo possível, tornando-se mais eficiente.

3.2 Fábrica PFF

O presente projeto foi desenvolvido na fábrica *PFF*, parte integrante do setor de negócio *Flat Line*, com cerca de 57 075m² e cerca de 420 colaboradores. Atualmente, nesta unidade fabril são produzidas 3 grandes famílias de produtos: as *KitchenFront*, *Hemnes* e *Birklan*. A capacidade de produção é de 6000 produtos/semana, 9000 produtos/semana e 10000 produtos/semana, respetivamente.

A fábrica *PFF* é a mais versátil das 3 fábricas. A partir do *layout* (Anexo I), é possível observar que a fábrica *PFF* se encontra dividida em cinco áreas de produção designadas por: *Cutting*, *Profilling*, *Edge Band & Drill (EB&D)*, *Lacquering* e *Assembly and Packing*.

O processo produtivo da fábrica pode ser subdividido em dois, correspondentes à fabricação de portas e frentes de gavetas. Este processo produtivo pode ser descrito pelas áreas de produção correspondentes:

- Cutting* - As placas de *MDF (Medium Density Fiberboard)* são retiradas do armazém em paletes e colocadas na linha de produção *Shelling*, sendo o corte das placas feito em conjuntos de acordo com as dimensões do produto a que se destina. Esta linha de produção executa a separação por medidas, resultando em *baseboards* de pilhas de placas de *MDF* cortado, que depois seguirão para o *stock* intermédio da calibradora, onde as placas serão calibradas de acordo com a espessura das mesmas.

- Profilling* - Nesta etapa de produção, as peças são cortadas e maquinadas tanto longitudinalmente como transversalmente, podendo dar as formas necessárias ao produto final.

- Edge Band & Drill (EB&D)* - As peças para ser montadas na quinta etapa devem passar pelo processo de furação, ou seja, devem ser marcadas e furadas. É também nesta etapa que se faz a “orla” em algumas peças - componente que reveste a placa de *MDF*.

- Lacquering* - Depois do processo de *Profilling* e *Edge Band & Drill* todas as peças são pintadas. No entanto, as peças podem passar por três tipos de pintura diferente consoante a referência em produção: Pintura Manual, Pintura Base de água e Pintura *Spray* à base *UV*.

- Assembly and Packing* - Nesta etapa de produção todas as peças são montadas e coladas automaticamente, sendo posteriormente embaladas e colocadas em paletes. A paletização automática termina com a aplicação de filme estirável e a colocação de duas etiquetas de identificação do produto produzido.

- Warehouse* - O armazém é o espaço onde todos os produtos embalados são armazenados antes de serem enviados para o cliente final. Embora este armazém não faça diretamente parte do processo produtivo e ser comum às duas fábricas, é importante destacar a importância de otimizar o espaço disponível, através do correto controlo do inventário.

A empresa em estudo labora atualmente 24 horas por dia, subdivididos em três turnos diários fixos (7h – 15h; 15h – 23h; 23h – 7h).

3.3 Organização da Manutenção da fábrica PFF

O departamento da manutenção *PFF* é constituído pelo responsável da manutenção e pela equipa de suporte: supervisores, e técnicos da manutenção (ver organograma da Figura 11).

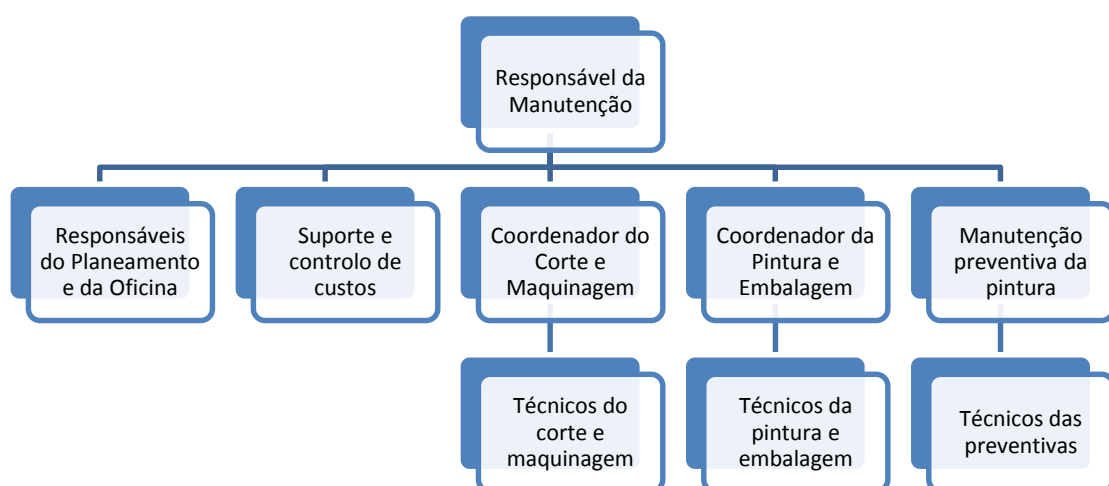


Figura 11 - Organograma do departamento da Manutenção

A manutenção recorre periodicamente a serviços externos, principalmente durante o fim-de-semana, para trabalhos pendentes e para as manutenções preventivas, mais precisamente,

limpeza dos equipamentos e troca de materiais com desgaste. Na fábrica onde se realiza o estudo estão implementados sistemas de manutenção corretiva, autónoma e preventiva.

A manutenção preventiva é essencialmente sistemática, definida por procedimentos que têm por base os manuais técnicos das máquinas das linhas, seguindo os períodos definidos, e o *Know-How* dos técnicos de manutenção que permite a adequação das tarefas. Também são criadas tarefas preventivas a partir da análise das avarias recorrentes.

Todos os equipamentos produtivos e auxiliares do processo produtivo devem ter um plano de manutenção preventiva que deve conter: ponto ou local do equipamento a intervir, a sua frequência, operações a realizar e a respetiva duração. Desta forma, as instruções são elaboradas segundo um *software* de gestão com modelo *standard* e introduzidas no *software* de manutenção, através de hiperligações como se mostra na Figura 12.

Também se deve ter em consideração o regime de produção utilizado na fábrica para determinar a política mais adequada para as inspeções necessárias, com o objetivo de garantir a segurança de todos e para que não se perca a produtividade.

As instruções são geradas periodicamente pelo *software* para que sejam cumpridas nos períodos definidos. Os técnicos têm sempre acesso ao documento atualizado, pois, consoante as necessidades, os procedimentos são atualizados para melhorar o desempenho das máquinas. Através do *software* pode-se consultar a instrução por máquina, e com a hiperligação é possível ter acesso direto ao procedimento de manutenção preventiva associado.

000280 U2050112 FURADORA DANLIST, SOS1505 - FURADORA DANLIST INSP QUINZE

Ficheiro Ferramentas

Guardar e fechar Plano Iniciar tarefa Marcar entrada Relatório Tarefa completa

Visão geral Propriedades Tempos planeados Tempos relatados Tempo de inactividade Itens/sobresselentes Seguimento de tarefas Informações de custo

Objecto site 63000 PRODUÇÃO/63200 MAQUINAGEM/U2050004 LINHA 6.1 DET GAVETAS

Categoria Manutenção preventiva/Preventive maint Legenda SOS1505 - FURADORA DANLIST INSP QUINZE

Prioridade C: Normal / Normal Responsável Joaquim Barros

Esta tarefa é recorrente: Every other week on Wednesday

Data de início 08-07-2015

Prazo de entrega

Data de conclusão

RI /RM nº

Código Spare Part_1

Código Spare Part_2

Código Spare Part_3

Código Spare Part_4

Código Spare Part_5

Código Spare Part_6

Código Spare part_7

Código Spare Part_8

B I U A A

SOS1505 - FURADORA DANLIST INSP QUINZE

Inserir hiperligação

Inserir hiperligação
Especifique os detalhes da hiperligação abaixo.

Texto a apresentar: SOS1505 - FURADORA DANLIST INSP QUINZE

Descrição: SOS1505 - FURADORA DANLIST INSP QUINZE

Morada: .aspx?storage=database&idParentKey1=8359&idParentKey2=PUB&idParentKey3=INT&idModulo=4

MaintMaster

OK Cancelar

Figura 12 - Folha de registo do Maintmaster (software da Manutenção)

Estes procedimentos foram desenvolvidos a partir de documentos *standard* elaborados através do *software* de gestão documental utilizado (RISI), *Standard Operation Sheet* (SOS), com o desígnio de explicar como o trabalho deve ser executado passo a passo, com ilustrações para que a sua execução seja fiável (Figura 13 e Figura 14). Alguns procedimentos demonstrados nos SOS têm de ser particularizadas. Neste âmbito são desenvolvidos *Work Element Sheet* (WES) para trabalhos mais específicos (Figura 15). Os WES são normalmente utilizados para manutenções autónomas.







 IKEA Industry Paços de Ferreira		Standard Operating Sheet					DATA Aprovação 27-01-2015	SOS-825	01
FÁBRICA:		ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:		ELABORADO POR: Marcio Neves APROVADO POR: Luis Almeida		
PFF		Lacquering	948014 - Spray line	Box (B)			INFORMAÇÃO ADICIONAL:		
MANUTENÇÃO 1º NÍVEL		PFF - PA - L14 - P3 - MN1 - Tarefa Diária						MANUTENÇÃO 1º NÍVEL	
Nº	WES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Ilustrações	
1		Garantir o cumprimento dos procedimentos de EHS.		00:00:30			Colocar EPI's e verificar atividades críticas.	  	
		<u>BOMBA BETELLA</u>							
2	WES-1001	Purgar a bomba.		00:05:00					
3	WES-1000	Fazer circuito de limpeza de alta pressão com e sem bicos.		00:20:00					
4	WES-1002	Substituir filtro superior e inferior da bomba (Fig. 1).		00:05:00					
5	WES-3718	Substituir saco plástico da panela (Fig. 2)		00:02:00					
Notas:				Total	00:32:30	0	TAKT time:		
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE::				Layout:					
									

Figura 14 - Folha SOS (Standard Operating Sheet) para manutenção 1º nível







 IKEA Industry Paços de Ferreira		Work Element Sheet					Data de Aprovação 27-01-2015	WES-3718	00
FÁBRICA:		ÁREA:	LINHA/ POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	INFORMAÇÃO ADICIONAL:		ELABORADO POR: Marcio Neves APROVADO POR: Luis Almeida		
PFF		Lacquering							
MANUTENÇÃO 1º NÍVEL			Substituir saco plástico da panela			MANUTENÇÃO 1º NÍVEL			
Nº	Símbolo	Atividade, O Que?	Pontos chave, Como?	Porquê?	Ilustrações				
1		Proteger o chão em frente à cabine de proteção da bomba Betella.	Retirar uma lixa usada do contentor de lixas e coloca-la no chão em frente à cabine de pintura (Foto 1).	Para não sujar o chão.	  				
2		Parar bomba Betella.	Abrir a porta da cabine de proteção da bomba (Foto 2).	Para conseguir retirar a panela.					
3		Desencaixar suporte tubo de pesca.	Elevando o suporte e puxando na direção contrária ao suporte (Foto 3)	Para conseguir retirar a panela.					
AJUDAS EHS / CHAVE:				LAYOUT:					
									

Figura 15 - Folha WES (Work Element Sheet) para manutenção 1º nível

O período para a realização dos trabalhos preventivos e de 1º nível é definido tendo em conta as exigências da produção, os departamentos de manutenção e de produção têm de estar em consenso porque existem tarefas preventivas que precisam de parar a produção. Assim o planeamento da manutenção preventiva precisa estar presente na planificação da produção.

O conceito de manutenção de 1º nível ou autónoma na fábrica *PFF* é baseada na ferramenta 5S, na medida em que o operador é responsável por manter a limpeza das máquinas, realizar algumas verificações de modo a ajudar na identificação de sinais de deterioração, necessidade de lubrificação e pequenos ajustes ou troca de pequenas partes.

Periodicamente são realizadas auditorias aos responsáveis pelas linhas de produção, pois são eles que coordenam a realização das tarefas seguindo as instruções *SOS* e *WES*. Além de verificar se as tarefas estão a ser desempenhas, o objetivo das auditorias é a melhoria das instruções, que constitui um objetivo da realização do presente projeto. Através de questões, os operadores mostram se as instruções estão adequadas às necessidades dos equipamentos e se são claras para todos, apresentando muitas vezes sugestões de melhoria.

Numa política de manutenção condicionada existe o controlo de condições do estado dos equipamentos com verificações periódicas através de avaliações realizadas por empresas contratadas para prever futuras ocorrências de avarias através das curvas de tendências dos parâmetros controlados. As técnicas mais usadas neste contexto são:

- Termografia
- Detecção de fugas
- Avaliação de motores e transformadores
- Análise de vibrações
- Análise de óleos

Mensalmente realiza-se uma análise da tendência dos indicadores para avaliar o desempenho das máquinas e uma análise de velocidade do sistema de aspiração, realizada por uma empresa subcontratada, com o objetivo de atempadamente tomar ações para correção de eventuais desvios.

A manutenção corretiva é sustentada por folhas *OT* (Ordens de trabalho). No caso de ocorrer uma avaria, essas folhas são preenchidas, pelo responsável da linha em questão no *software* de manutenção, e encaminhadas diretamente para o técnico da linha afetada para uma imediata interdição e resolução do problema.

O planeamento das manutenções preventivas e autónomas e procedimento de execução das manutenções corretivas são suportados pelo *software* utilizado pelo departamento.

3.3.1 Software da Manutenção PFF

A ferramenta para registos de dados relativos à manutenção é o *software* “*Maintmaster*” Figura 16. Este programa serve tanto para reportar as avarias que ocorrem nas linhas de produção, como também para transmitir aos técnicos as ordens de trabalhos de manutenção preventiva e para análise e caracterização de todos as falhas ocorridas. Porém, ainda existe uma resistência à sua utilização e, desta forma é necessário a sensibilização dos operadores e dos técnicos para a importância do *software* na procura da melhoria contínua na manutenção, seguindo um modelo standard para reportar e realizar relatórios sobre as avarias.

O registo de dados representa o histórico de tudo que constitui o departamento e permite avaliar o desempenho através de comparações e estudos dos dados, e dar seguimento das ações.

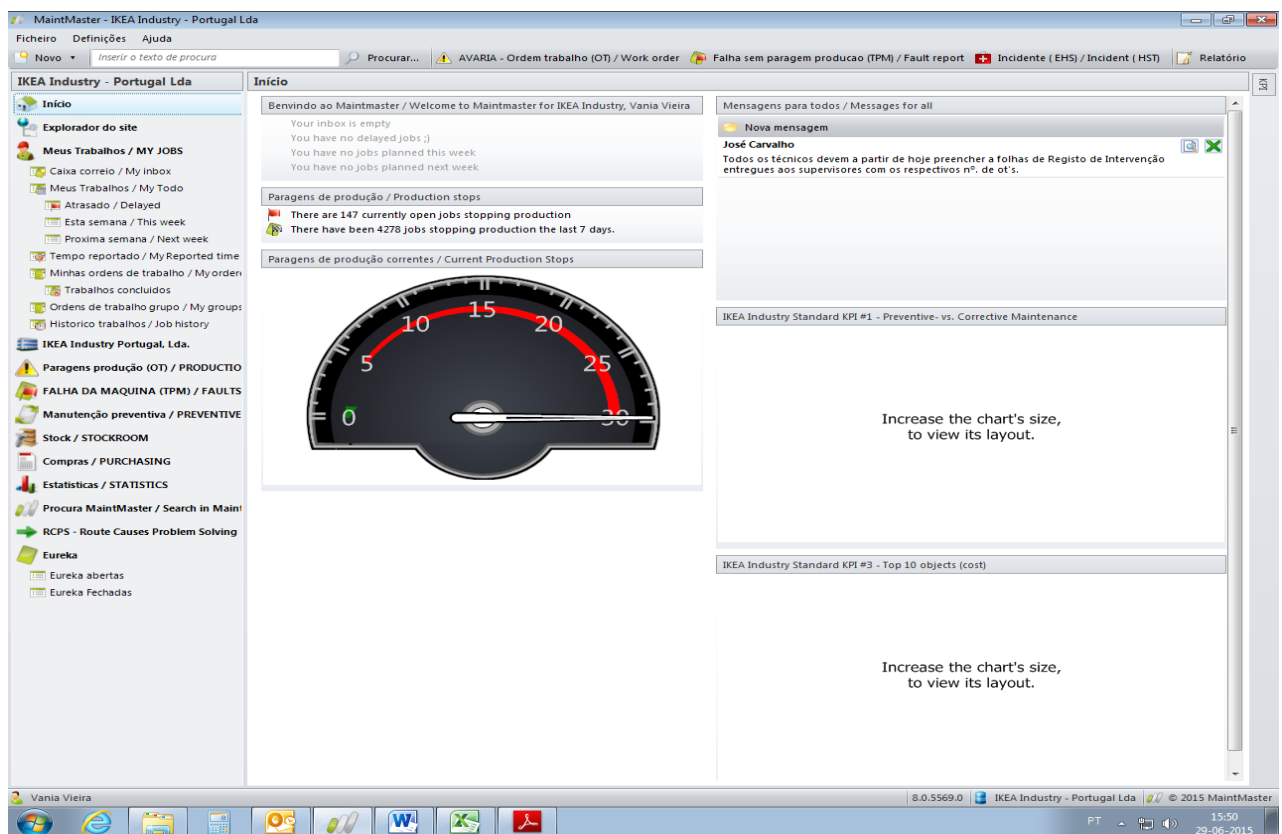


Figura 16 - Página inicial do software

O *software* da manutenção conhecido como *Maintmaster* tem por objetivo auxiliar na gestão da manutenção, facilitando o tratamento dos dados registados como análises e estudos

realizados, relatórios de avarias para cada máquina, equipamentos necessários para retificar a falha e o despendido com essa avaria.

O *software* está dividido pela organização da fábrica, com a descrição dos sites (linhas de produção), as ordens de trabalho, o histórico de trabalho realizado, os registos de falhas com ou sem paragem da produção e as instruções de trabalho preventivo.

3.3.2 Funções do *software*

As funcionalidades do *software* são as seguintes:

- ❖ Organização da fábrica;

Descrição das linhas da fábrica, com os equipamentos que o constitui demonstrado através de imagem, ferramentas de gestão utilizadas para estudo de avarias recorrentes e tratamentos estatísticos das informações reportadas.

- ❖ Registo dos meus trabalhos;

Permite saber todos os trabalhos realizados pelo colaborador, as ordens de trabalho em atraso, tempo de trabalho e o histórico das suas ações. E também, as ferramentas utilizadas para a análise de avarias.

- ❖ Informação útil sobre a fábrica;

Toda a informação necessária acerca da fábrica, desde os seus colaboradores aos equipamentos.

- ❖ Dados das linhas de produção, colaboradores e fornecedores.

As informações das linhas de produção especificadas por máquinas, dados dos colaboradores e fornecedores, como também os contactos necessários.

- ❖ Reporte de avarias;

Quando ocorre uma avaria nas linhas de produção é iniciada uma *OT* (ordem de trabalho) no *Maintmaster* pela pessoa que detetou a falha; normalmente é o chefe de linha que deve reportar e descrever a avaria. Esse registo *OT* é encaminhado para o técnico que está responsável pela linha no turno que está de serviço, que após combater a avaria, deve reportar no *software* a verdadeira causa da avaria, o procedimento realizado, o que é necessário utilizar e sugestões de melhoria para que a avaria não volte a ocorrer, caso existam.

- ❖ Emissão de instruções de manutenção preventiva;

Na manutenção também existe a standardização de trabalhos preventivos, *SOS (Standard OperationSheet)* e *WES (Work Element Sheet)* que constituem tarefas de rotinas de acordo com as máquinas existentes na produção. Nestas tarefas incluem-se instruções de limpeza, lubrificação ou mesmo correção, e a troca dos equipamentos. Como existem linhas semelhantes e com máquinas iguais, um *SOS's* pode estar relacionado com mais que uma linha.

No Maintmaster foram estabelecidas ligações com o programa de gestão documental onde estão as instruções de trabalho. Para cada equipamento de todas as linhas, e de acordo com o período estipulado (diário, semanal, mensal, bimensal, anual, etc.), é emitido uma instrução de trabalho de manutenção preventiva pelo *software* para o supervisor da área que deve reencaminhar para os técnicos orientados para trabalhos preventivos.

❖ Sugestões de melhoria;

Através de *software* pode fazer-se sugestões de melhoria que são avaliadas pela equipa suporte da manutenção, que serão revistas. Se a sugestão foi viável deve ser colocado no quadro de planos de ações do departamento.

O *software* apesar de ser de grande valia, não é muitas vezes utilizado da melhor forma pelos técnicos de manutenção. Sendo a principal ferramenta de gestão do departamento é importante ter rigor ao reportar dados no mesmo. Para a realização deste projeto, deparou-se com a necessidade da sensibilização aos técnicos e operários para a utilização da ferramenta em termos de quantidade e qualidade.

3.3.3 Melhoria para a utilização do *software*

Para além de algumas lacunas presentes na ferramenta de gestão, existe ainda a necessidade de passar a importância da sua correta utilização, ou seja, demonstrar aos técnicos que é importante ter o seu parecer sobre a anomalia para estudo e posteriores consultas em casos parecidos. A formação sobre como utilizar o *software* ensina como fazer, e não porquê deve fazer. É nesta perspetiva que existe um certo desleixo em completar os registos.

Também os operadores devem ser incentivados a reportar a avaria, com o máximo de informações possível, assim pouparia tempo ao técnico na fase de diagnóstico e na determinação das ferramentas e peças que serão necessárias.

Esses dados bem reportados além de servir para estudos estatísticos e análise do desempenho da fábrica, constituem um histórico das máquinas. Esse histórico deve ser utilizado para consulta em casos semelhantes e para melhorar das instruções de trabalho.

Nesta perspetiva sugere-se algumas melhorias para um melhor desempenho do *software* e consequentemente do departamento:

- Interligação com o armazém de materiais;
- Velocidade de funcionamento;
- Campos automáticos para tempos;
- Formação mais detalhada para os técnicos de como fechar folhas e sobre a importância de fazer relatório de avarias;
- Cálculo dos indicadores definidos para avaliar a eficiência das linhas de produção;

3.4 Mapeamento do Processo

De forma a iniciar uma FMEA de processo deve-se projetar o mapa do processo com os vários passos que o constituem. Cada passo, que corresponde a um posto de trabalho, deve reunir as variáveis de entrada e saída (*Step*) e caracterizá-las de acordo com a classificação apresentada na Figura 17.

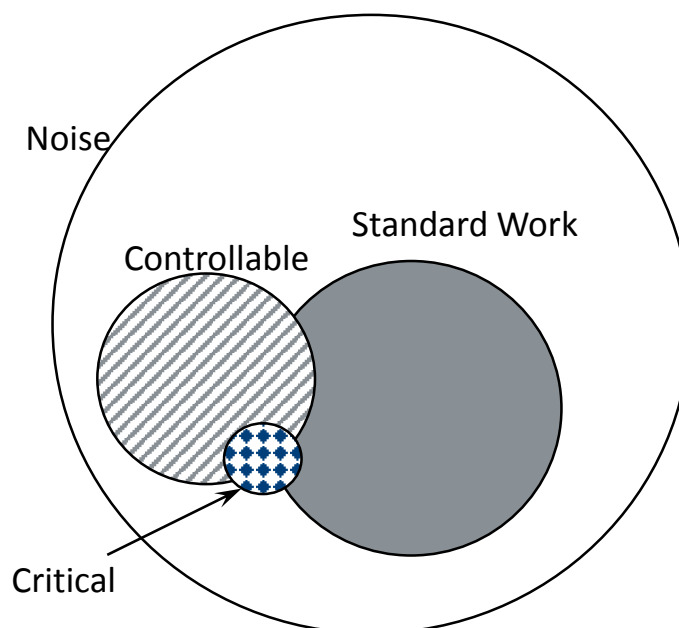


Figura 17 - Variáveis do mapeamento de processo

Noise Inputs (N): Variáveis de entrada com gerem impactos nas variáveis de saída, mas são difíceis ou mesmo impossíveis de controlar, são consideradas Ruído.

Exemplos: Fatores ambientais como humidade e temperatura, tempo de produção dos operadores.

Controllable Inputs (C): Variáveis que podem ser alteradas para ter outro efeito nas variáveis de saída, são consideradas controláveis.

Exemplos: tipo de material como cola ou tinta e definições ou parâmetros das máquinas.

Standard Work (S): Procedimentos *standards* para realizar o processo, são considerados Standard.

Exemplos: Técnicas de embalagem dos produtos, procedimentos das linhas.

Critical Inputs (X): Variáveis com forte impacto nas variáveis de saída, causando variações não desejadas, são considerados crítico.

Exemplos: Velocidade da produção.

Quando se inicia uma análise de um processo, tende-se normalmente a considerar todas as variáveis como ruído (N), pois ainda a compreensão do seu funcionamento é limitada e parece ser mais complexo do que realmente é. À medida que se aprende mais sobre o processo, torna-se mais fácil detetar aspetos que podem ser controlados (C) e adquire-se uma sensibilidade para as variações, agindo em certos casos pelo senso comum, por exemplo a troca de óleo da máquina. Estes procedimentos são considerados pela empresa como *SOP* (*Standard Operation Procedures*). Trata-se de procedimentos classificados como muito simples e para os quais não há registos.

Existem também procedimentos com registos para garantir que é realizada sempre a partir da forma padrão definida pela fábrica, esses são os aspetos *Standard* (S).

Por fim tem as variáveis que quando acontecem causam grandes impactos na produção, originando variações nas variáveis de saída, são os aspetos críticos (X), que por sua vez podem estar empregues no grupo dos *SOP*, nos controláveis ou mesmo nos aspetos considerados ruído.

Para a projeto procedeu-se ao mapeamento de processos da linha 16, apresentado no anexo VIII na sua forma completa. Para uma melhor visualização, a Figura 18 mostra o mapeamento da primeira etapa de produção da linha (*Step 1 – Buffer*).

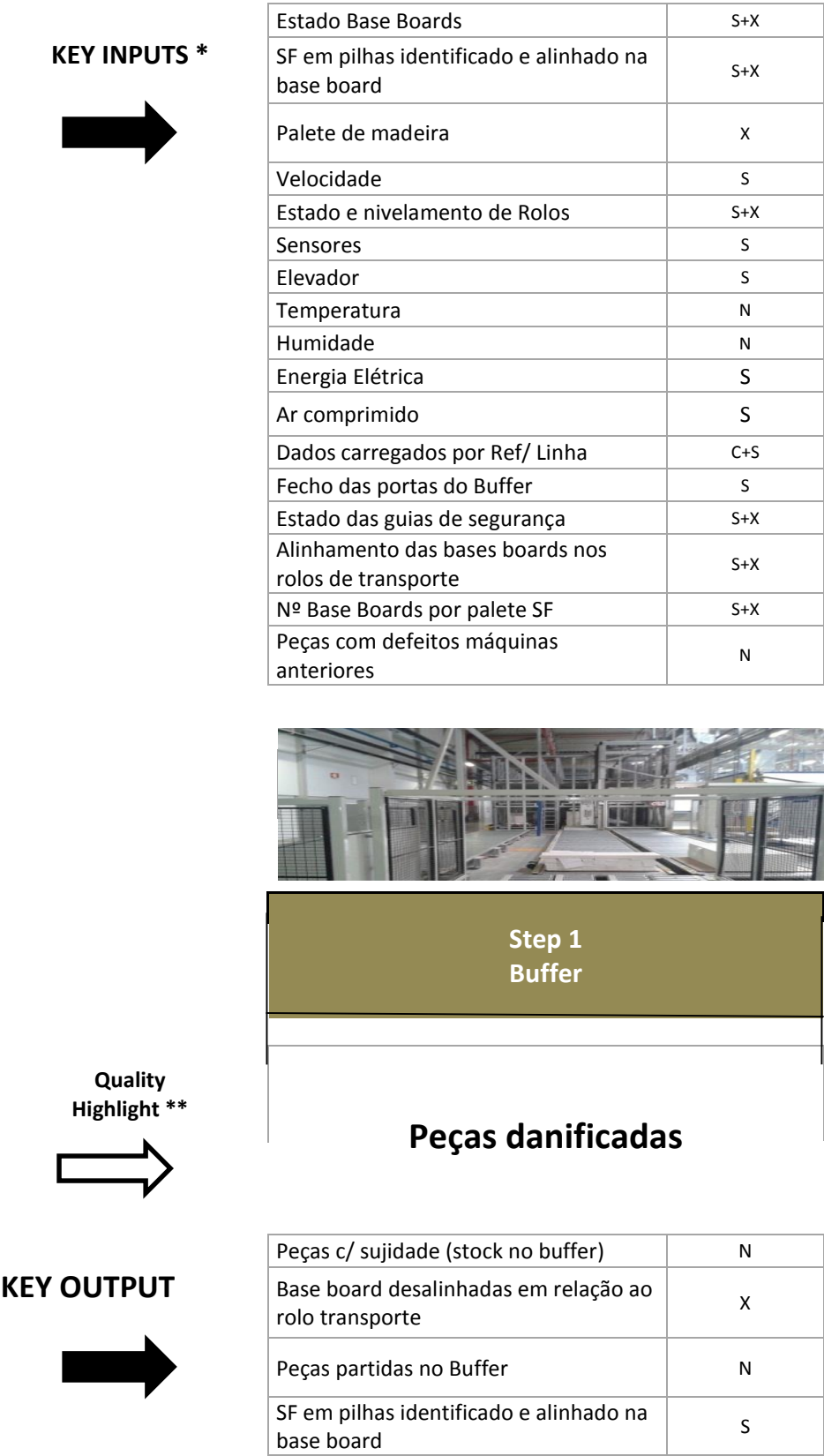


Figura 18 - Mapeamento de processo da etapa 1 da linha 16

3.5 Realização da FMEA

Os aspetos críticos são prioritários, assim as variáveis críticas obtidas do mapeamento de processos devem ser analisadas de forma serem propostas ações para eliminá-los. Deste modo a realização da FMEA permite avaliar as causas e efeitos desses aspetos, permitindo projetar as ações necessárias para eliminá-los.

A principal finalidade de desenvolver FMEA na manutenção, além de conhecer as máquinas da linha é ter um histórico de avarias que nos ajuda a agir em casos que já tenham acontecido a fim de diminuir o tempo de paragem para reparar a máquina, como também agir de forma preventiva para evitar falhas e, ter um registo de afinações e alterações realizadas na máquina. A fábrica está em constante mudança em busca da melhoria contínua assim, quando surgir a necessidade de aquisição de novas máquinas, as especificações serão dadas tendo em conta o que foi necessário alterar nas antigas aquisições semelhantes, ou seja, sempre que seja necessário a compra de uma nova máquina, igual ou semelhante a uma já existente na empresa, é consultada a FMEA referente a este equipamento para averiguar se é necessário exigir algum ajuste ou modificações na máquina, para prevenir potenciais modos de falha, aumentando a fiabilidade, segurança e a qualidade para uma maior satisfação dos clientes.

Para assegurar uma correta e completa elaboração da ferramenta numa primeira etapa é imprescindível definir uma equipa com diferentes competências e que atuam nas diversas áreas da fábrica, elementos que estejam familiarizados com o processo para ajudar na definição de pontos a analisar.

A equipa deve ser constituída por elementos da manutenção, da produção, dos processos e da qualidade. Também é importante ter presente os requisitos dos clientes, tanto interno como externo, neste caso o cliente interno corresponde ao processo de embalagem que é a secção seguinte e o cliente externo é o cliente final.

3.6 Plano de controlo

O plano de controlo é um registo (Figura 19) definido pela empresa, utilizado mais a nível do controlo da qualidade do processo e essencial para a manutenção, na medida em que permite o controlo das ações de melhoria da manutenção preventiva, i.e., verificar se estas ações produzem o resultado requerido.

O plano de controlo permite também definir os parâmetros que se deseja controlar, provenientes da *FMEA*, e especificar o plano de manutenção e os pontos a analisar, assinalando se são pontos controlados pela Qualidade ou não.

Desta forma deve-se preencher o campo “método” no plano de controlo com todas as ferramentas utilizadas, os documentos requeridos e o tamanho da amostra em análise. O campo da frequência de medição deve estar o responsável para fazer a mensura em conjunto com o operador do processo, se for necessário utilizar algum registo de qualidade, esse documento deve ser indicado.

Posteriormente, para cada variável é descrito as reações no caso de averiguar uma não conformidade durante a medição. E por fim, se necessário, deve ser arquivado os resultados das medições pelo departamento de qualidade.


														<h2 style="text-align: center;">PLANO DE CONTROLO</h2>									
Área:							Processo:							Número / Revisão									
Código do artigo							Descrição do artigo			Zero Série:		Data:											
										Mass Production:		Elaborado por:											
Op. Nº	Elemento	Operação	Parâmetro / Descrição parâmetro	CTQ	Pontos a verificar	Plano manutenção	Método			Frequência Medição Responsabilidade			Registos	Reacção á não conformidade	Arquivo								
							Ferramentas	Especificação / Doc. Referentes	Tamanho da Amostra	Operador	Inspector/ Técnico Manutenção /Tecnologista / Qualidade												

Figura 19 - Folha de plano de controlo utilizado pela empresa

No anexo VII apresenta-se um excerto do plano de controlo realizado a partir da FMEA da linha 16.

3.7 Rout Causes Problem Solving (RCPS)

Durante o processo de produção, existem várias falhas técnicas que provocam a diminuição da capacidade de produção, com efeitos nocivos na qualidade dos produtos. Como essa falhas se repetem periodicamente e não se tem obtido o sucesso desejado na determinação da origem das mesmas, decidiu-se utilizar a ferramenta *RCPS* (reconhecida pelos bons resultados que normalmente produz na avaliação de problemas), na tentativa de superar esta situação.

Para a implementação desta ferramenta é necessária uma equipa multidisciplinar. No âmbito do projeto esta equipa era constituída por colaboradores da manutenção, da qualidade e da produção.

As ferramentas de apoio normalmente utilizadas para desenvolver um RCPS são:

- 5W2H
- Diagrama de *Ishikawa*

- *Brainstorming*
- *PDCA*
- *SPS*

A elaboração do *RCPS* está dividida em 4 fases:

Numa primeira fase a equipa que realiza o *RCPS* descreve o problema, incluindo suas características e os motivos pelos quais é considerado um problema. Nesta etapa a técnica dos *5W2H* auxilia a compreender os aspetos do problema em análise.

Na segunda fase é utilizado o diagrama de causa-efeito para descrever as causas possíveis do efeito, (Figura 20). Para cada variável dos 6M's descrevem-se as causas que poderão estar na origem do problema, denominado - efeito.

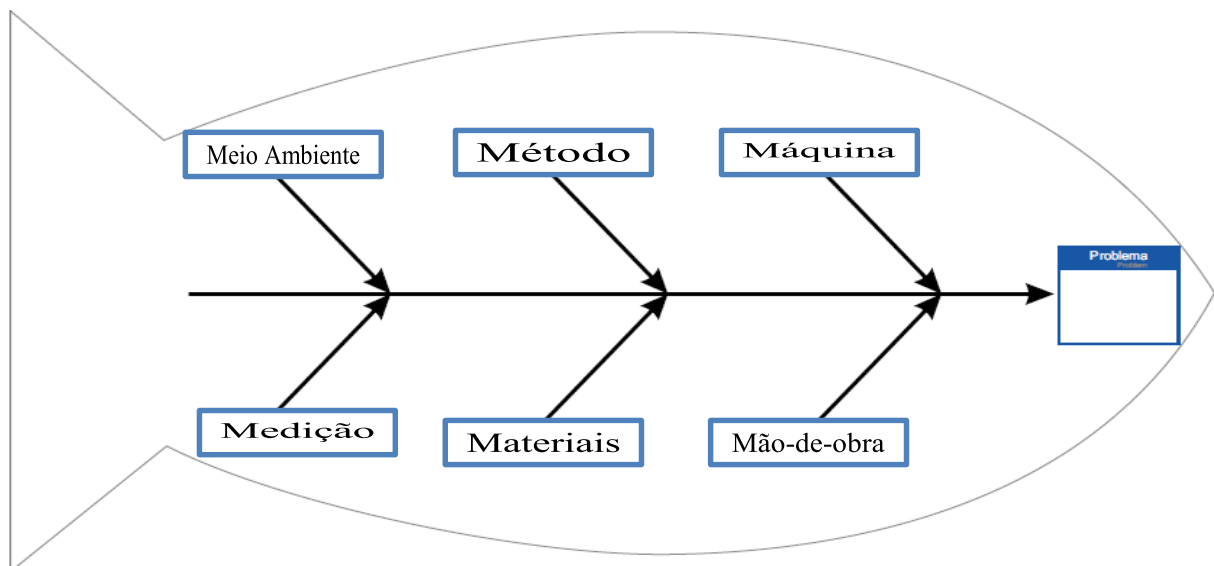


Figura 20 - Diagrama de Ishikawa adaptada pela empresa

Na perspetiva de combater e eliminar um problema é necessário determinar as causas, mais precisamente a sua fonte.

Na terceira fase são selecionadas três causas que sejam consideradas as mais pertinentes pela equipa, escolhidas a partir do diagrama realizado na etapa anterior.

Para cada causa é então implementado o método dos 5W (cinco porquês) (Figura 21) para determinar a causa raiz do problema. Este método consiste em perguntar o porquê de a causa acontecer, e a partir da resposta voltar a questionar o porquê da resposta anterior acontecer. Respondendo às 5 questões identificar-se-á a causa raiz do problema.

1. Porquê?
2. Porquê?
3. Porquê?
4. Porquê?
5. Porquê?

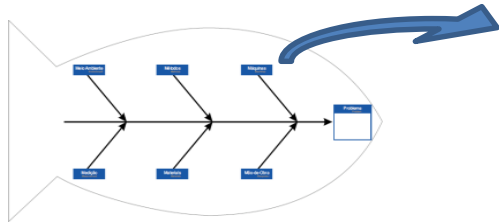


Figura 21 - Escolha de uma causa para implementar 5W

Nesta fase é importante a realização de um *Brainstorming* com a equipa, para se determinar as principais causas do problema e também para detalhar as causas diretas no âmbito de encontrar a causa raiz.

Na última fase propõem-se as ações para resolver o problema, para ter seguimento das mesmas usa-se a ferramenta *PDCA* (*Plan Do Check Act*). Para cada ação definida é selecionado um responsável de área de acordo com o que se pretende fazer, que deve planear a sua implementação (o que deve ser feito, por quem e onde, o prazo de conclusão, etc.), dando início ao ciclo *PDCA*.

3.8 Análise de Custos de Manutenção PFF

A manutenção tem como principal objetivo assegurar um bom desempenho de um sistema industrial, garantindo flexibilidade, produtividade e qualidade (Faccio, Persona, Sgarbossa, & Zanin, 2014). Desta forma, o conceito de manutenção tem vindo a ser aprimorado introduzindo vários modelos de controlo de custo no quadro quantitativo das políticas de manutenção.

Em qualquer departamento, os custos são um dos fatores críticos. Por esse motivo, realizou-se neste estudo uma análise dos custos da manutenção da empresa PFF para avaliar a situação atual.

O custo da manutenção quase sempre é considerado muito elevado. Um dos motivos deve-se ao fato de alguns gastos do departamento da produção serem considerados gastos da manutenção, por exemplo material de limpeza. As estratégias preventivas de manutenção são dispendiosas e por isso são deixadas para segundo plano, de forma a não ter um período longo de paragens e ter menos gastos possível nesse período, isso induzia ao aumento de custo devido às manutenções corretivas.

Nesta empresa o ano fiscal começa em setembro e termina em agosto do ano seguinte. Para cada ano fiscal o Departamento de Manutenção tem um *budget* que deve cumprir, contudo,

apesar dos esforços, tal não se tem verificado devido ao fato de não haver estudos de mercado para compra de peças/equipamentos. Tendo como principal (por vezes a única) preocupação de receber a peça o mais rápido possível, qualquer oferta em termos de custos pode ser considerada atraente.

Para haver controlo de custos, é necessária uma auditoria diária às ações do departamento de manutenção, principalmente dos técnicos, pois estes têm em consideração apenas o tempo que a linha está parada, ignorando o controlo das peças em armazém para que não ocorram ruturas de *stock* peças no caso de urgências. Como se pode verificar na Figura 22, os gastos de setembro a maio apresentavam valores sempre acima do *budget*.

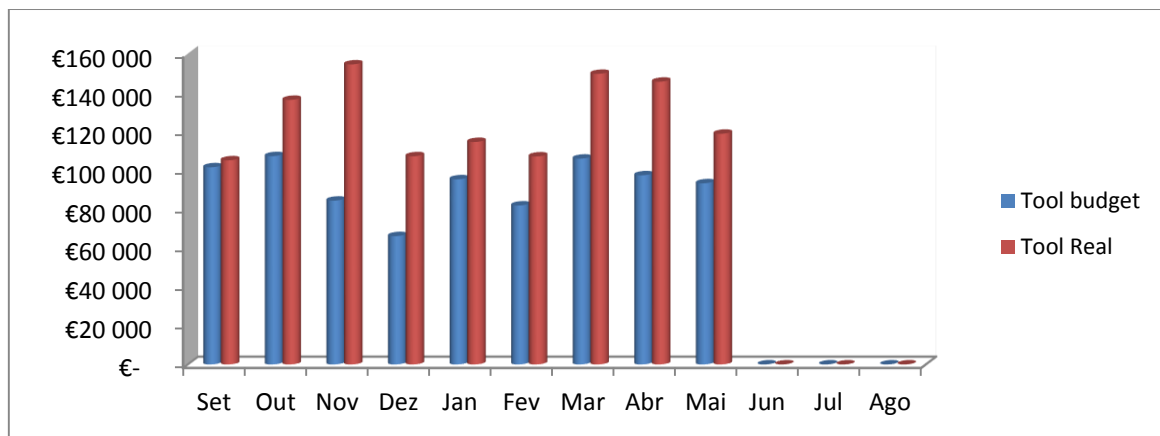


Figura 22 - Gastos mensais em relação com o budget

Custos diretos da manutenção PFF

- Mão-de-obra
- Materiais utilizados na manutenção
- Energia consumida
- Serviços externos

Custos Indiretos da manutenção PFF

- Encargos fixos não cobertos
- Inatividade de mão-de-obra
- Inoperacionalidade das máquinas
- Tempo de espera de *spares*

Uma boa estratégia de gestão da manutenção passa por definir as prioridades das áreas de atuação de forma a estabelecer procedimentos adequados e dar a devida importância, atempadamente, aos aspetos mais críticos da empresa.

A área *Lacquering* vem sendo considerada pela empresa como a mais crítica devido à baixa disponibilidade das linhas. Por esta razão, este estudo incidiu na análise das linhas que constituem a área da pintura, com o objetivo avaliar o desempenho das linhas e identificar os fatores que contribuem para que esta área seja considerada como a mais crítica da fábrica.

4. CASO DE ESTUDO: ÁREA LACQUERING

Para este projeto estipulou-se como objetivo o aumento da eficiência e da disponibilidade das máquinas de produção. Desta forma, são estabelecidos indicadores de desempenho para avaliar se as estratégias implementadas produzem resultados positivos para a empresa. Neste sentido é necessário monitorizar os processos identificar os problemas existentes nas linhas de pintura a fim de se propor ações para melhorar o desempenho das linhas e a eficácia dos processos de produção.

4.1 Análise do desempenho da área Lacquering

Os indicadores utilizados pela manutenção *PFF* para analisar o desempenho das linhas de pintura são:

- *Breakdowns Maintmaster (%)* - Tempo de paragem da linha reportado no *Maintmaster*
- *Breakdowns Folhas OEE Produção (%)* - Tempo de paragem da linha reportado pela produção nas linhas
- N° de OT's de avarias Total - Número total de OT's
- N° OT's Avarias Abertas - Número de OT's abertos no *Maintmaster*
- N° OT's Avarias Fechadas - Número de folhas fechadas no *Maintmaster*
- *Loading Time* (min) - Tempo de trabalho da linha
- *MTBF* (min) - Tempo médio entre avarias
- *MTTR +MWT* (min) - Tempo de espera quando há uma avaria
- Taxa de avaria - Número de avarias por dias de trabalho
- Disponibilidade (%) - Percentagem da disponibilidade da linha no período
- Tempo manutenção preventiva (hr) - Tempo total despendido com manutenções preventivas na linha
- Manutenção planeada VS Total (%) - Rácio entre a manutenção corretiva realizada e a planeada
- (%) Execução Preventivas= Preventivas Executadas/Preventivas totais - Rácio entre a manutenção preventiva realizada e a planeada

Através da recolha dos dados do *Maintmaster* procedeu-se ao estudo da eficiência das linhas de produção, analisando os indicadores definidos pelo departamento, como se mostra na Tabela 1.

Tabela 1- Indicadores da Manutenção PFF

Linhas Lacquering	Tempo Paragem por avaria (hr):	Eficiência Produção (%)	Breakdowns Maintmaster (%):	Nº de Ot's de avarias Total	Loading Time (min)	MTBF (min)	MTTR+M WT (min)	Taxa de avaria	Disponibilidade (%)	Tempo manutenção preventiva (hr)	Manutenção planeada VS Total (%)	(%)Execução Preventivas
13 - UV Line	8,59	46%	2%	51,75	26128,75	583,00	59,21	2,47	59%	23,19	63%	69%
14 - Spray Line	15,97	44%	3%	112,13	29018,75	287,89	9,26	5,32	92%	44,43	69%	51%
15 - Spray Line	13,13	62%	3%	103,63	28265,00	363,83	10,04	4,88	95%	46,91	74%	55%
16 - Combi UV / Spay Line	19,22	44%	4%	130,00	29081,88	354,48	13,68	6,26	89%	45,04	63%	49%
40 - Narrow Spray Line	8,22	60%	2%	41,88	27450,63	776,90	14,35	1,98	97%	44,01	79%	69%
41 - Linha de Pintura Manual	2,47	73%	1%	18,63	20529,38	1360,20	9,27	0,88	98%	13,40	83%	74%

Os valores da tabela acima correspondem às médias dos indicadores para cada linha da área Lacquering, calculados num período de setembro a abril de 2015 (Anexo V). Os valores sombreados correspondem aos piores valores para cada indicador.

Relativamente ao tempo despendido na manutenção preventiva, o pior caso é o menor tempo, pois significa que os técnicos não cumpriram com as tarefas de manutenção preventiva.

Segundo este estudo, as linhas 15 e 40 não representam as linhas com melhor desempenho, mas também não apresentam o pior caso em nenhum indicador.

4.2 Indicador OEE

O indicador OEE é considerado o mais adequado pelo TPM para calcular a eficiência global de equipamentos/máquinas. Apesar de se tratar de um indicador muito utilizado na indústria, com o objetivo de quantificar o desempenho dos equipamentos e a qualidade da produção, não constava da lista de indicadores usados na IKEA (ver Tabela 1).

No âmbito deste projeto foi introduzido o indicador OEE na avaliação da eficiência das linhas de pintura. A sua implementação processou-se em 3 fases:

Numa primeira fase foi realizado o estudo com os dados da manutenção PFF, para avaliar o OEE das várias linhas de pintura. Os resultados deste estudo apresentam-se no gráfico da Figura 23.

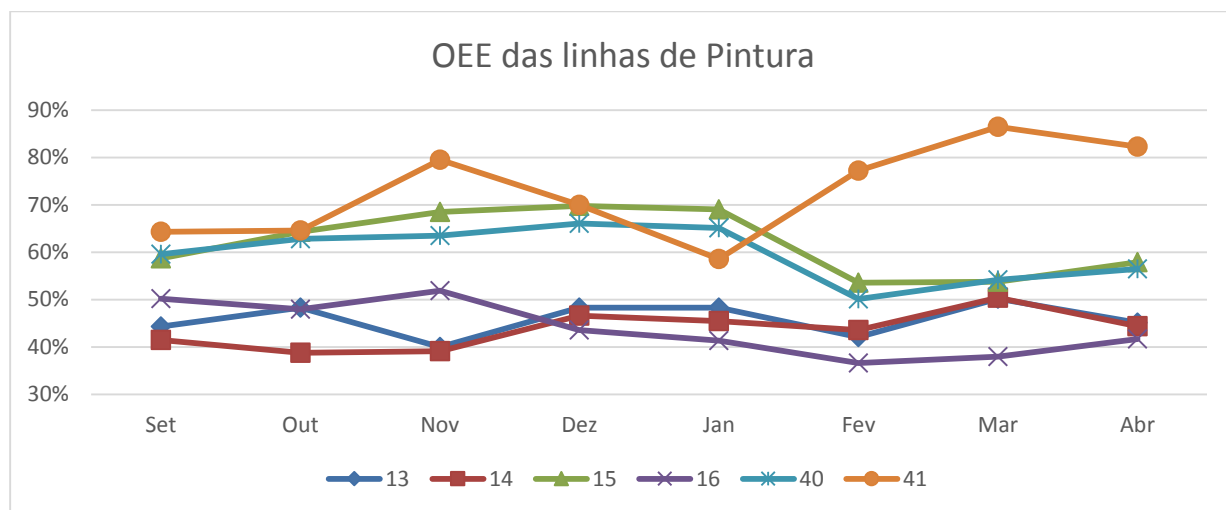


Figura 23 – Valores de OEE das linhas da Pintura da IKEA

Pela análise do gráfico da Figura 23, verifica-se que as linhas com mais baixa eficiência são as linhas 13, 14 e a 16. Porém, analisando as falhas ocorridas por mês (Anexo V), os piores valores ocorreram nas linhas 14, 15 e 16, e as linhas com menor disponibilidade são 13, 14 e 16. Conclui-se que as linhas menos eficientes são as linhas spray (13,14,15 e 16).

Tendo em conta que o processo de produção e inserção de dados nos programas na fábrica não é totalmente automatizado, existem casos de intervenções humanas que colocam em risco a integridade e a confiabilidade dos dados durante o processo. Assim, a avaliação dos índices para avaliação de ocorrências não planeadas nas linhas de produção depende diretamente dos operadores e das informações inseridas no *software* pelos técnicos de manutenção.

Cruzando os dados do *software* da manutenção com os dados da produção, foi possível desenvolver um novo estudo de indicadores de desempenho, com dados mais fieis à realidade. Na Figura 24, apresenta-se o OEE das linhas da área *lacquering*, calculado mensalmente para cada linha de pintura.

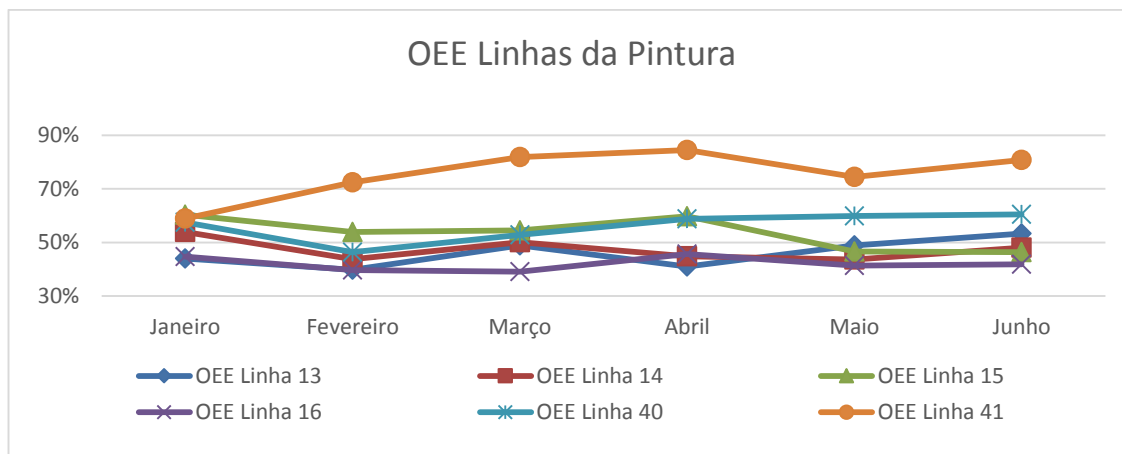


Figura 24 -Gráfico OEE da área Lacquering

Calculando a média da eficiência global das linhas, verificou-se que apenas a linha 41 (Tabela 2) tem uma percentagem aceitável (75,51%), de acordo com os preceitos de Hansen (2006), e que outras linhas estão abaixo do aceitável (65%). Perante estes resultados, procedeu-se a uma avaliação aos índices: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade, que determinam o OEE, para identificar por linha qual destes índices mais contribui para os baixos valores de OEE obtidos.

Tabela 2 - Média da eficiência global das linhas da pintura

	L13	L14	L15	L16	L40	L41
OEE (média)	45,96%	47,36%	53,57%	42,02%	55,98%	75,51%

A elaboração de gráficos para cada um destes índices permite identificar quais as linhas que registam os piores valores.

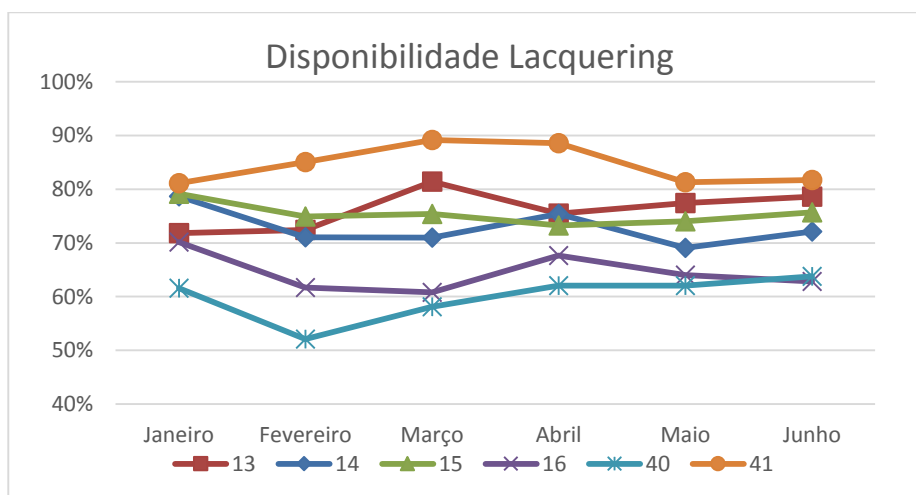


Figura 25 - Gráfico da disponibilidade das linhas lacquering

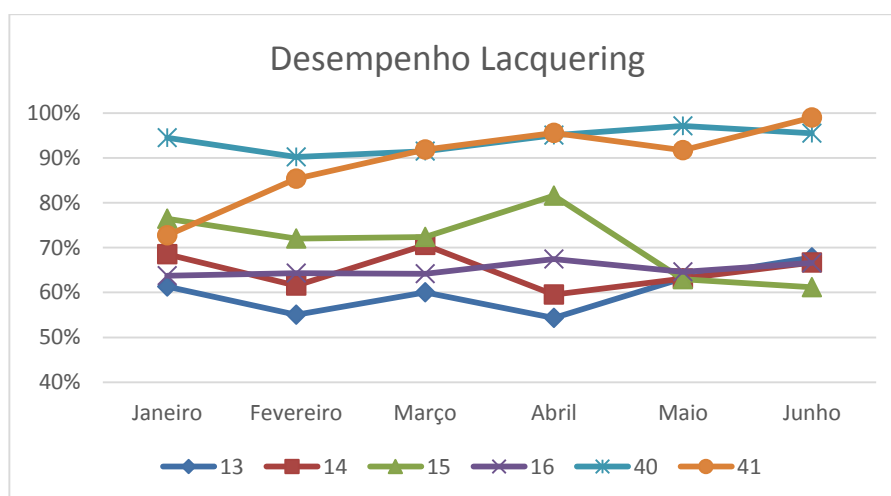


Figura 26 - Gráfico do desempenho das linhas lacquering

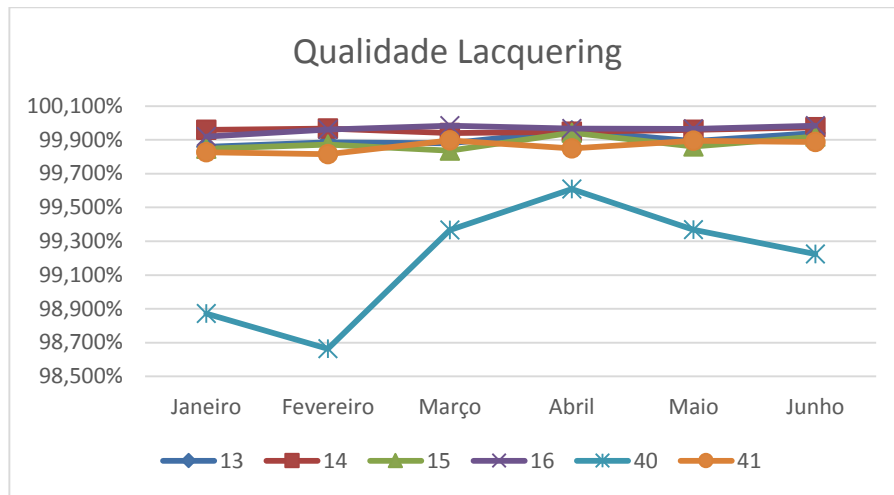


Figura 27 - Gráfico da qualidade das linhas lacquering

Pela análise dos gráficos das figuras acima, conclui-se que:

- i. Com exceção da linha 40, todas as restantes linhas de pintura, apresentam elevado valores para o índice da qualidade (cerca de 99%);
- ii. A linha com melhor disponibilidade é a linha 41, mesmo assim abaixo do valor indicado pelo Hansen (2006) que é 90%. Deste modo, todas as linhas devem ser trabalhadas no sentido de se melhorar a sua Disponibilidade, em especial as linhas 13, 16 e 40;
- iii. As linhas 40 e 41 foram as únicas que conseguiram alcançar os 95% de desempenho;
- iv. Em concordância com a análise realizada através dos indicadores da manutenção PFF, a linha 13 é um caso crítico em relação à disponibilidade. O baixo valor de disponibilidade obtido está relacionado com o elevado tempo de espera para a reparação de avarias. Nessa linha a percentagem de manutenção planeada regista um dos piores valores;
- v. A linha 14 apresenta um baixo valor de OEE; esta linha também representa o pior caso em termos de tempo entre avarias;
- vi. Tendo em conta o valor de OEE, a linha 41 é a linha mais eficiente da área de lacquering, justificando o seu tempo reduzido de manutenção planeada. Esta linha apresenta também um valor de loading time menor que as outras linhas, pois, nem sempre trabalham os 4 turnos;
- vii. Pela análise de vários indicadores, identifica-se a linha 16 como a mais crítica, corroborando a perceção existente na empresa sobre esta linha;

4.3 Análise da taxa de avaria

De acordo com os depoimentos dos técnicos de manutenção o tempo elevado para reparar as avarias deve-se ao facto de estarem a trabalhar noutras avarias quando acontecem novas avarias nas linhas e por terem de ir ao departamento para verificar as folhas abertas no *software*. Para atenuar essas situações foi proposto um dispositivo móvel capaz de receber notificações do *Maintmaster*, diminuindo as esperas devido a avarias. Esta proposta vai ao encontro do objetivo do projeto de sensibilizar os técnicos para fazerem relatórios dos trabalhos efetuados, assim não seria necessário ir aos escritórios para descrever o acontecimento.

No que se refere aos restantes indicadores sugere-se a realização de uma análise das falhas ocorridas, a fim de minimizá-las e diminuir os tempos para diagnóstico e definição do procedimento a seguir em casos frequentes.

O gráfico da Figura 28 mostra a taxa de avaria das linhas da pintura no período de setembro a junho de 2015, os dados foram recolhidos do *software Maintmaster*. Apesar da grande variação entre setembro e dezembro, a taxa de avaria da linha 16 a partir do mês de janeiro tem um crescimento acentuado.

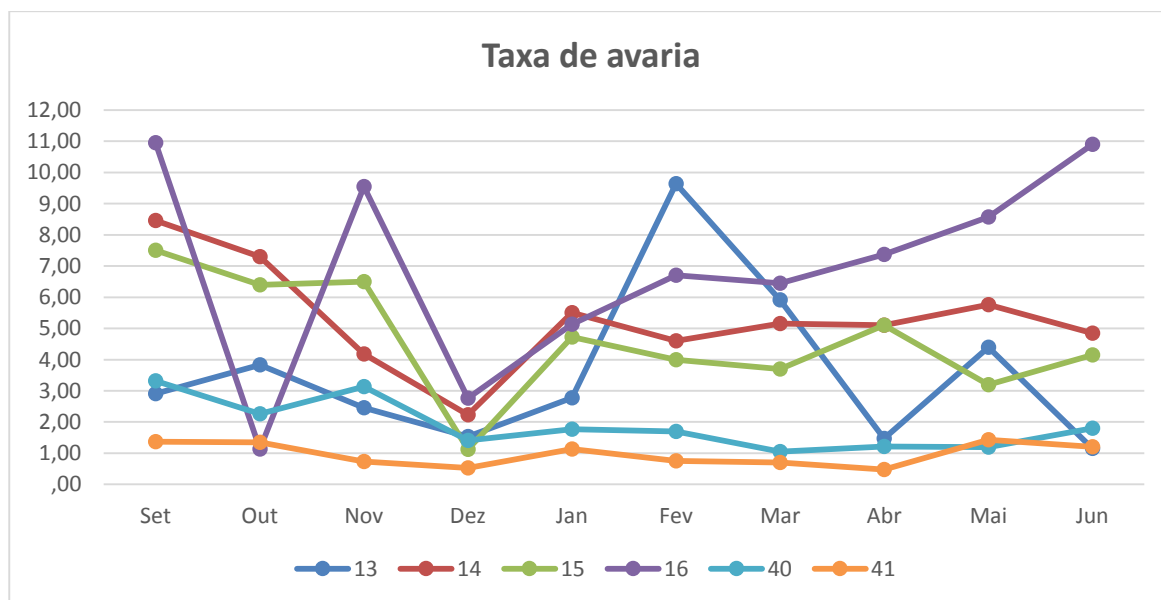


Figura 28- Taxa de avaria das linhas lacquering

Mais uma vez se identifica a linha 16 como o pior caso. Nesse âmbito procedeu-se à realização da *FMEA* para a linha 16 e a normalização de procedimentos dos trabalhos da manutenção, com o objetivo de encontrar o motivo pela crescente taxa de avaria na linha e manter as ações delineadas para colmatar esse facto.

4.4 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

A *FMEA* deve ser realizado seguindo uma folha de registo adotado e adaptado pela empresa. No Anexo VI apresenta-se o modelo de registo utilizado pela IKEA para realizar *FMEA*'s. Para facilitar a identificação de causas e efeitos dos problemas recorre-se também à utilização do diagrama de *Ishikawa* como ferramenta auxiliar.

As medidas de prevenção correspondem a manutenções preventivas e autónomas (1º nível) ou então, a “1ª peça *ok*”, medida tomada pelo Departamento de produção para garantir que a produção se inicia dentro dos padrões exigidos pela qualidade, pelo cliente interno, e pela empresa.

Para cada modo de falha com *RPN* superior a 90 e casos com severidade igual a 9, de acordo com as normas da fábrica, deve-se recomendar uma ação para eliminar a fonte do problema. As tabelas para avaliação dos índices, Detecção, Ocorrência e Severidade, encontram-se nos anexos II, III e IV, respetivamente.

O anexo VIII mostra como é determinado o risco associado a um potencial modo de falha.

4.4.1 FMEA da linha 16

A empresa iniciou já há algum tempo a elaboração de *FMEAs* para as linhas da produção. Contudo, este processo encontra-se ainda numa fase de desenvolvimento, sendo necessário um aprofundamento e atualização das *FMEAs* existentes. Neste sentido, considerou-se para este estudo a linha 16, pelas razões apontadas acima (secção 4.3).

Neste estudo recorreu-se ao mapeamento de processo de produção executado na linha 16, com as etapas ilustradas com fotos das máquinas e com a identificação dos pontos críticos.

Ao analisar a *FMEA* (Anexo IX) constatou-se que o processo em si estava desatualizado, as etapas e as máquinas teriam sido alteradas, os códigos das máquinas haviam sido modificados e não tinha seguimento das ações propostas para melhorias, assim decidiu-se verificar o andamento das ações abertas e o seguimento das avarias com risco elevado.

Como a elaboração da *FMEA* não era da responsabilidade do departamento da manutenção, decidiu-se começar a elaboração de uma nova análise *FMEA* (Anexo X) com as novas máquinas e etapas de produção da linha, com potenciais modos de falha que acontecem e também que poderão acontecer, não se limitando apenas a casos críticos, como sugere a política da empresa.

Recolheu-se os dados da antiga *FMEA* das máquinas que ainda estão presentes na linha, e com o auxílio do *software* e dos técnicos, elaborou-se um novo registo com os novos códigos das máquinas para facilitar a identificação das mesmas.

A análise aos modos de falha permitiu averiguar que os principais motivos para a linha parar muitas vezes devem-se ao fato de não cumprir as tarefas de limpeza (manutenção autónoma e preventiva) ou pelo mau manuseamento, levando ao desgaste do material. Também existe o fato de em algumas máquinas, os componentes utilizados não correspondem às expectativas, e por isso, recorre-se à procura de componentes mais adequados às especificações requeridas. Por outro lado, verificou-se que as avarias também acontecem, devido a instruções de manutenção preventiva não adequadas ou negligenciadas.

Com a recolha de dados, foram identificados 134 potenciais modos de falha para 36 das máquinas da linha de produção. Os modos de falha que afetam a satisfação dos clientes ou constituem uma falha de segurança representam 59% do total dos modos de falha, sendo que 6% requer atenção imediata pois o *RPN* está entre 189 e 360 ilustrados na Figura 29, e correspondem a casos críticos segundo o anexo III.

As falhas com maior *RPN* encontrado (240) foram caracterizadas por ter severidade 8, porque se acontecerem podem pôr em perigo a produção a 100% na medida que causam queda de peças (dano sem reparação) ou o bloqueio da máquina. Acontecendo ocasionalmente, a ocorrência foi considerada moderada (6) sem grandes proporções e 80% dos casos são detetados pelos processos de controlo, de acordo com os testemunhos dos operadores.

Modo Potencial de Falha	Efeitos Potenciais de Falha	S E D V A E R I	Causas Potenciais	O C N O C I R A E	Controlos Correntes		D E T E C Ç	R P N	Ações Recomendadas
					Detecção	Prevenção			
Tabuleiro avariado	Sucata / Rework / Paragem da máquina	8	Pinos partidos / rolamentos gripados / tela rasgada / estrutura estalada / veio danificado	6	Visual	Manutenção Preventiva	5	240	Seguimento das ações do RCPS
Inverter horizontal superior e inferior	Bloqueio da máquina / erro variador	8	Bloqueio do motor da Sorbini	6	Visual		5	240	Alteração do programa
Térmicos ventilados	Erro quadro eléctrico	8	Excesso de tempo de funcionamento; Má qualidade do equipamento	6	Visual		5	240	Aumento das rotinas de manutenção preventiva
Painel de controlo da biele e cra danificado	Paragem da máquina	8	Colocação de referência manualmente / erro consola	6	Visual		5	240	colocar as receitas no software / Alteração dos parâmetros
Fotocélula de entrada	Paragem da máquina	7	Desalinhamento das fotocélulas	6	Visual	Manutenção Preventiva	5	210	Alteração das barreiras de segurança
Fotocélula de entrada	Paragem da máquina	7	Desalinhamento das fotocélulas	6	Visual	Manutenção Preventiva	5	210	Alteração das barreiras de segurança
Braços da biele de saída encravados	Paragem da máquina	7	Má programação / Esponjas com desgaste / problemas origem da máquina	6	Visual	Manutenção Preventiva	5	210	Alteração do programa / Troca de esponjas / Falar com fornecedor
Tapete não anda	Peças encravadas	8	Chumaceiras com desgaste	8	Visual	Manutenção Preventiva	3	192	Seguimento das ações do RCPS

Figura 29 - Modos de falha com risco elevado

Após a realização da ferramenta FMEA foram tomadas as seguintes ações:

- Para as falhas relacionadas com o quadro eléctrico, o inverter e o painel de controlo, foram propostas ações para o departamento de engenharia responsável pela parte do *software* que em cooperação com o departamento de qualidade e de produção foi possível ajustar os *SOS* de manutenção preventiva e propor medidas corretivas.
- Na máquina *Biele* especificou-se os parâmetros para a produção de cada referência para evitar que se colocasse manualmente, induzindo ao erro e, consequentemente, à paragem da máquina.
- No caso do quadro eléctrico alterou-se o período do *SOS* de quinzenal para semanal, garantindo que a máquina não trabalhasse muito tempo e que durante o trabalho não acumulasse muita impureza. O departamento de engenharia sugeriu alterar a programação da *Sorbini* evitando erros no variador.

- iv. Para a falha no tabuleiro sugeriu-se a elaboração do *RCPS* devido às muitas causas que levavam a esse acontecimento, esse estudo procede-se na secção 4.5.
- v. O desalinhamento das fotocélulas foi contornado colocando barreiras de segurança nos sensores, impedindo que os sensores nos fornos se desajustassem, instigando paragens na produção.
- vi. A avaria nos braços da máquina *Biele* não foi possível ser retificado de imediato na medida que a principal causa estava na projeção a máquina, sendo necessário entrar em contacto com os fornecedores para verificarem a situação. Alterou-se a esponjas nos braços para evitar queda de peças.

Também se sugeriu a realização do *RCPS* da avaria nos tapetes de transportes, pois foram classificados por ter alta ocorrência (8), provocando micro paragens na linha conduzindo a diminuição da produtividade da linha, tal como a avaria relacionada com as pistolas entupidas com igual ocorrência (8) sendo necessário uma análise mais aprofundada das suas causas.

O potencial modo de falha “Alarme térmico ventilador” com *RPN* igual a 135, deveria ser considerado com risco moderado e que ações corretivas ao longo do tempo poderia atenuar esse risco associado. Porém como possui uma severidade elevado (9) representa perigo para as pessoas na produção, nesta perspetiva são requeridas ações corretivas imediatas, para o caso o departamento de engenharia redefiniu os parâmetros do *software* para impedir que trabalhasse a altas temperaturas.

A falha “Transformador com curto circuito” apesar de ter um *RPN* menor que 90, também representa perigo para a produção com severidade 9, providenciando a troca imediata do transformador na linha de produção.

Pela análise realizada verificou-se que as demais avarias foram igualmente analisadas tendo em conta que o seu risco era menor permitindo a realização das ações corretivas ao longo do tempo. O acompanhamento das ações seguia o ciclo *PDCA*.

A *FMEA* permite analisar e recomendar ações para eliminar os problemas, priorizando-as através dos cálculos do risco associado, estuda as diferentes causas dos potenciais modos de falha, porém nem sempre determina a causa raiz do problema, nesta perspetiva como método para determinar a causa raiz dos problemas e delinear novas formas de deteção e prevenção das avarias, a ferramenta *RCPS* é muitas vezes recomendada como ação para os modos de falha mais frequentes e para as avarias cuja identificação das causas se apresentava difícil.

4.4.2 Limitações da FMEA

Durante o processo de realização da *FMEA*, as dificuldades também foram reveladas. Devido ao fato da equipa ser constituída por elementos de vários departamentos e como também os operários representantes da linha trabalham por turnos, a disponibilidade nem sempre era conciliada e representava o principal obstáculo.

Muitos elementos participavam nas reuniões de *FMEA* mais por obrigação do que pelo interesse/utilidade que tinham essas reuniões. De fato, nem todos elementos consideraram importante a ferramenta, nem percebiam a sua utilidade para a melhoria dos processos.

Apesar de ser dada a formação sobre *FMEA* antes de se iniciar a sua elaboração, existia muita confusão e discórdia em atribuir as características às falhas, nomeadamente a distinção entre modos, efeitos e causas das falhas, recorrendo-se com frequência ao auxílio do diagrama de *Ishikawa*. A atribuição dos índices também foi assunto de discussão entre o responsável da produção da linha e os representantes dos operadores. Os índices de ocorrência e de deteção eram maioritariamente atribuídos pelos operadores, com o consentimento do técnico de manutenção da linha em estudo, uma vez que são os operadores que detetam as falhas durante a produção e, são os técnicos que avaliam a avaria se está de acordo com o pré-diagnóstico atribuído ou se aconteceu devido a outro caso.

Entre os índices, o que desencadeava mais divergências era o índice de severidade, na medida que uma anomalia pode ter pesos diferentes para cada departamento. Deste modo a definição dos índices é crucial tendo em conta a satisfação do cliente final.

Como 26% das falhas têm como um dos efeitos a paragem da linha, os modos de falha eram muitas vezes caracterizados por ter severidade muito alto (8), obtendo a mesma criticidade para várias falhas. Sendo assim, a priorização das ações é considerada uma arduidade, pois têm todas um risco elevado associado. Conclui-se assim que as tabelas dos índices não eram consultadas pelos participantes da reunião.

Os responsáveis pelas ações resultantes da análise *FMEA* não davam seguimento ao ciclo *PDCA*, ultrapassando o prazo definido para concretizar as ações.

4.5 Elaboração e análise dos RCPS

O *RCPS* é uma ferramenta que engloba várias outras ferramentas *Lean*, sendo utilizada com a finalidade de identificar a fonte de problemas, através da identificação e análise das suas causas.

Nesta secção são analisados os itens críticos identificados pela *FMEA* apresentada na Figura 30, cujas avarias representam um risco elevado para a produção ou por provocar muitas paragens na linha. O *RCPS* das lâmpadas foi sugerido pelo departamento de manutenção na medida que a sua avaria levava a paragens prolongadas da produção, com elevados custos associados.

A Tabela 3 mostra uma síntese dos casos analisados.

Tabela 3 - Análise RCPS

Avaria	Causas raízes	Propostas de melhoria	Ações tomadas
Lâmpadas UV	<ul style="list-style-type: none"> - Réles estático - Temperatura envolvente da lâmpada - Qualidade das lâmpadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Contactar fornecedor alternativo - Verificar sincronização da linha - Dar seguimento mensal a este problema 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevista de novo fornecedor - Ajuste ao SOS preventivas da linha
Pistolas entupidas	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de cumprimento das rotinas de limpeza - Falta de disciplina dos operários - Corpo pneumático das pistolas danificada 	<ul style="list-style-type: none"> - Criar procedimento para onde colocar as pistolas - Sensibilização aos chefes de linha, para cumprir rotinas de limpeza - Formação prática aos operadores 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do posto de trabalho com local para deixar as pistolas usadas e as para colocar na linha - Formação às pessoas envolvidas na linha - Monitorização de uma rotina de limpeza em cada turno de trabalho - Realização de procedimento de como utilizar os espaços para alocação das pistolas usadas
Telas descentradas	<ul style="list-style-type: none"> - Carro de limpeza (nivelamento) - Falta de formação dos operários e técnicos - Desgaste da tela 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração do procedimento de como inserir tela - Criar rotina para afinação da tela pelos operários - Dar formação dos procedimentos aos operários e técnicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Formação aos operários de como afinar telas - Atualização do SOS dos fornos - Atualização do calendário de preventivas para o mês de agosto

		- Alteração da periodicidade da troca de telas para 3 em 3 meses	
		- Estudar alternativa para carro de limpeza	
		- Alteração do carro de limpeza	
Tabuleiros (ganchos não engatam)	- Falta de manutenção - Mau manuseamento da máquina - Pinos caídos	- Reforçar as preventivas nos fornos de aquecimento e arrefecimento - Otimização da máquina	- Análise aos SOS relacionados com os fornos
Pistolas entupidas	- Injetores das pistolas - Circuito de limpeza <i>standard</i> - Desvios nas receitas da tinta	- Testar manutenção/ limpeza das pistolas com lubrificante - Emprestar pistolas à fábrica em <i>Almhult</i> - Analisar o atual <i>standard</i> de limpeza e realizar ajustes - Analisar os dados da receita de tinta	- Análise da receita pelo departamento de produção - Contacto com a fábrica em <i>Almhult</i>

Após a realização dos RCPS's verificou-se que:

1. Lâmpadas UV desligam

Do *RCPS* – Lâmpadas UV (Anexo XI), verificou-se que as lâmpadas desligavam muitas vezes durante a produção, produzindo peças sem qualidade. Após a análise do diagrama de *Ishikawa*, apurou-se que as avarias eram causadas devido ao tipo de material (lâmpadas) não ser o mais adequado para a máquina e para o trabalho que desempenham, podendo também terem sido causadas por fatores ambientes ou constituintes elétricos que depois de um certo período de tempo reduzem rapidamente a tensão da máquina.

Assim, foi sugerido um novo estudo de mercado a fim de encontrar um tipo de material alternativo, mais apropriado para a função. De seguida foi recebido um potencial fornecedor com proposta de novo tipo de lâmpadas. Para complementar a ação, foram intensificadas as rotinas de limpeza nas máquinas e o *SOS* da *box* onde se encontram as lâmpadas foi adequado

à situação, aumentando a periodicidade das limpezas das pistolas e verificando se o material utilizado não danificava o material.

2. Pistolas entupidas

Do *RCPS* das pistolas entupidas (Anexo XII), averiguou-se que a falta de sensibilização dos operadores, a necessidade de limpeza das pistolas e a falta de formação a todos os trabalhadores da linha, representam as causas raízes das pistolas estarem sempre a entupir, provocando o desgaste das mesmas, tal como o mau manuseamento. Para eliminar essas causas foram sugeridos novos procedimentos para o manuseamento das pistolas que foram retirados para limpeza e, formação aos operários para a importância dos circuitos de limpeza e manuseamento dos materiais durante o processo de troca, evitando o seu desgaste.

Considerada como principal causa do entupimento desses componentes a limpeza das pistolas, tarefa englobada na manutenção de 1º nível, decidiu-se fazer o estudo de dados relativos aos registos de trocas realizadas da semana 16 à semana 19 nas linhas spray 14, 15 e 16.

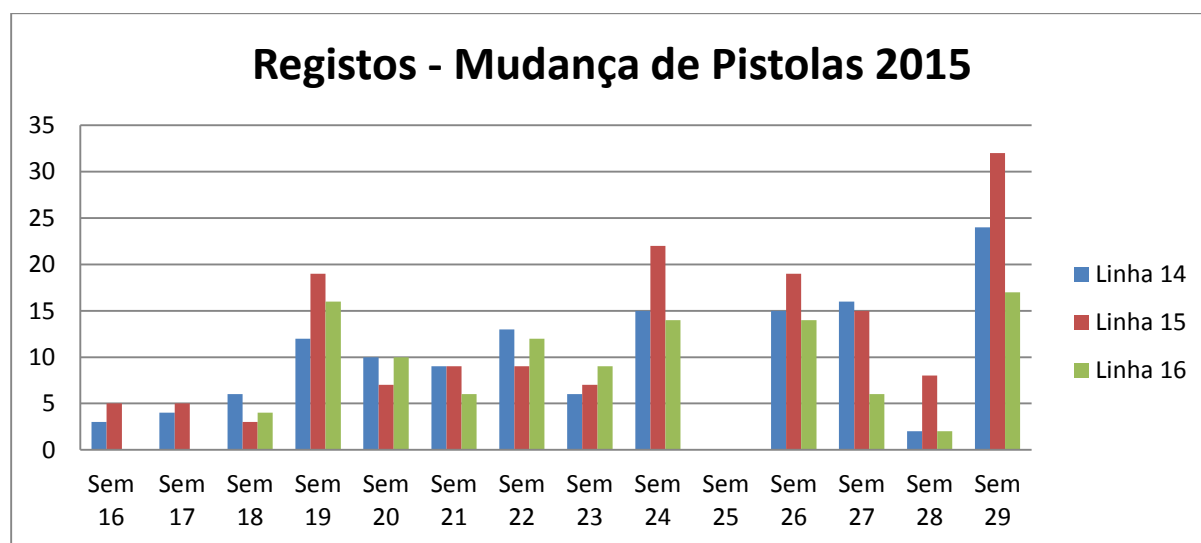


Figura 30 - Gráfico dos registos de mudança de pistolas

Durante este estudo, realizou-se um teste durante uma semana, aumentando a duração e a periodicidade da manutenção de 1º nível nas linhas e monitorando as tarefas. Verificando também se o que se encontrava nos registos de manutenção de 1º nível estava de acordo com o que os operários realizavam. Os postos de trabalho foram modificados de modo a facilitar a troca das pistolas, garantindo que não houvesse enganos, atribuindo um espaço para alocação dos bicos das pistolas utilizadas e outra para as que vão ser reintroduzidas na cabine de pintura. Outro aspeto foi o solvente utilizado, que possivelmente estava saturando a tinta induzindo ao entupimento das pistolas.

De acordo com os dados da Figura 30 e com o que se verificou, mesmo realizando limpezas mais frequentes e com cuidados ao manusear as pistolas, as linhas spray estavam constantemente a serem paradas devido à má cura das peças causada por pistolas entupidas. Deste modo, constatou-se que as ações propostas para eliminar o problema não tiveram o efeito esperado. Como as pistolas são cruciais para a produção, foi solicitado um novo *RCPS* (Anexo XIII).

Após o estudo, a equipa considerou que o material em si constitui uma causa raiz, pois não corresponde às especificações requeridas, sendo que os injetores das pistolas prendem devido a tinta seca, como também ao facto de o circuito de limpeza ser *standard*, seguindo sempre as mesmas etapas, independentemente de súbitos factos. Por fim, os desvios na receita da tinta, provavelmente causados pela misturadora de tintas, o que faz com que a tinta seque mais rápido nas pistolas.

Para o plano de ações propôs-se realizar a limpeza das pistolas sem lubrificante, analisar a receita das tintas, analisando a compatibilidade da tinta com as pistolas utilizadas e com o lubrificante. Em relação ao tipo de pistolas usadas, sugeriu-se testar pistolas de outros fornecedores, com novas características, e realizar uma revisão ao procedimento atual de limpeza para melhor adequar as necessidades do componente em termos de limpeza.

3. Tabuleiros

Ao iniciar o *RCPS* para os tabuleiros (Anexo XIV) verificou-se que o problema era específico dos ganchos que não engatam nos pinos, sendo esse problema que deveria ser analisado.

Com o estudo realizado, foi possível apurar que as avarias aconteciam nos tabuleiros dos fornos de aquecimento e de arrefecimento devido a falta de um planeamento de manutenção adequado às necessidades que a máquina tem para trabalhar. A falta de manutenção também induzia ao desgaste das telas que rasgavam, conduzindo à queda de pinos, sendo assim necessário reforçar as manutenções preventivas nos tabuleiros dos fornos. O dimensionamento da máquina, requerido pela empresa, também foi ponderado como uma fonte do problema, porque não permitia que a máquina trabalhasse de forma eficiente, acrescentado ao plano de ações a otimização da máquina, adequando a sua dimensão para as especificações necessárias ao desempenho da sua função da forma apropriada.

4. Telas descentradas

A avaria que também acarretava alto valor de *RPN* (risco atribuído através da *FMEA*) são as telas descentradas e que acontecia frequentemente, com risco associado a ocorrência e a severidade devido ao aumento do número de peças com defeito.

Concluído o *RCPS* (Anexo XV), verificou-se que se deve melhorar o acompanhamento das tarefas pelos responsáveis de cada linha. Além da monitorização da correta realização das tarefas, também é necessário dar novas formações para determinados procedimentos que serão alterados e adequados às necessidades. Segundo a equipa do *RCPS*, a falha também acontece devido ao desgaste da tela, originado da sua utilização incorreta ou da saturação do material e da falta de limpeza, sendo necessário a implementação de uma rotina para troca da tela periodicamente.

Após a análise dos *RCPS*'s, pode-se constatar que a principal causa das avarias mais recorrentes está relacionada com as rotinas de limpeza da manutenção autónoma. Para minimizar essas ocorrências é preciso garantir que os chefes de linha reconhecem a devida importância das rotinas de limpeza, sensibilizando os operários a manterem os seus postos de trabalho limpos e os equipamentos em perfeito estado, incentivando a prática dos 5S's.

As principais dificuldades encontradas para a construção dos *RCPS*'s foram: a conciliação da disponibilidade dos elementos da equipa, a incompreensão da importância de realizar esse estudo para eliminar os problemas que são recorrentes na fábrica e a falta de formação nas ferramentas (5 Porquês, diagrama de *Ishikawa*, *5W2H*, *PDCA*) que constituem o *RCPS*. Muitas vezes, perdia-se o foco da reunião pois o tema do *RCPS* está relacionado, muitas vezes, com outros problemas da fábrica, e os participantes aproveitavam para tentar resolver outros problemas durante a reunião.

Muitas ações foram deixadas para ser implementadas durante o mês de agosto por uma questão de redução de custos e de maximização de tempo, pois é período de férias e as linhas estão paradas. Desta forma, não implica paragem da produção.

4.6 Controlo dos custos

No âmbito dos custos de manutenção foi proposto, em cooperação com o armazém de peças da fábrica PFF, iniciar um novo processo de controlo de custos, realizando orçamentos que necessitavam de ser aprovados pelo departamento financeiro.

Esse processo requer que as requisições sejam feitas com antecedência, justificando a escolha do tipo de equipamento em questão e do fornecedor, evitando ruturas de stock.

Para elaborar um orçamento e haver um controlo de custos deve-se considerar centros de custos individualizados dentro da estrutura da empresa, atribuindo códigos e símbolos para que se possa agrupar os custos de secções homogéneas. Este método facilita a comunicação através de terminologia adequada entre as secções ou departamentos (Pinto, 1999).

Os gastos da empresa estão divididos por centros de custos nas fábricas, distribuído por áreas ou departamentos. Dentro dos centros de custos existem as contas onde são registados todos os gastos realizados de acordo com o tipo de item levantado no armazém.

Para o departamento da manutenção são considerados todos os gastos relacionados com as contas da manutenção (552000 – reparáveis da manutenção ou 563030 – aluguer de empilhadores), dos seguintes centros de custo:

- 40000 -Manutenção
- 19000 – Geral fábrica
- 16000 - Embalagem
- 15000 - Pintura
- 14000 - Maquinagem
- 11000 – Corte

Finalizado o mês é calculado um orçamento (*budget*) para a manutenção, diretamente proporcional com a quantidade produzida, correspondendo a 4% da produção planeada para o mês em questão, pelo que se exige um planeamento e controlo de gastos. Segundo Pinto (1999), é preciso ter em consideração os custos do ano anterior como referência, corrigindo-os com a inflação esperada, reduções e ou aumentos previsíveis.

Tendo o departamento de manutenção o compromisso de ter um planeamento dos custos, apostou na realização de dois documentos internos: RI -Requisição Interna e RM – Requisição de materiais. A requisição interna é um documento para realizar um pedido de autorização de aquisição de materiais; a requisição de materiais é um outro documento usado para pedidos de aquisição de novos materiais que não existem no armazém. Existem dois

tipos de RM: o normal, para o material que ainda não existe em armazém; e o RM *existing stock*, para itens que existem em armazém e se pretende alterar o *stock* de segurança.

Este procedimento permite ao departamento de manutenção mais rigor e controlo dos gastos realizados e custos sempre justificados. Assim, qualquer requisição de material ou serviço tem que estar associado a uma PO (*Push Order*).

No armazém da fábrica os itens são agrupados por códigos. Qualquer código iniciado por C corresponde a itens *Spareparts* para toda a fábrica (manutenção e produção); os iniciados por I são materiais indiretos e por T são ferramentas (*tools*).

Quando um equipamento é substituído na linha de produção e pode ser reparado é considerado um “reparável”. Nestes casos faz-se um estudo do custo da reparação e verifica-se se compensa ser reparado ou se é preferível comprar um equipamento novo. Se o equipamento for para reparar, ao entregar o equipamento no armazém, deve acrescentar-se um “R” no fim do código do equipamento.

Recorre-se muitas vezes aos serviços externos para reparar certos equipamentos, ou então quando se precisa de introduzir um novo *spare* (componente das máquinas) numa máquina. Nestes casos é solicitado um *RI*. Para fazer uma *RI*, apresenta-se três propostas de orçamento para esse serviço. Estas propostas devem ser aprovadas pelo chefe do departamento e de seguida o chefe da fábrica deve ter conhecimento. Reencaminhado o *RI* para a secção de compras, são analisados o pedido e os orçamentos anexados, tendo em conta os preços e prazos de entrega é determinado a melhor proposta. O responsável das compras formaliza o pedido externo emitindo uma *PO*. Quando se precisa de um material com urgência e este não existe em *stock*, também se emite uma *RI* (e não uma *RM*) para solicitar a introdução do novo item. Os custos resultantes das *RI*'s são considerados custos de manutenção e os custos das *RM*'s são da responsabilidade do armazém, só entrando na conta de custos da manutenção quando o material for requisitado ao armazém.

Sempre que seja necessário o levantamento de um material, o colaborador deve apresentar o número *OT*, ou seja, deve justificar o levantamento do material.

Através da formalização dos pedidos de materiais e da concordância de diversos departamentos para a compra desses materiais, teve-se um controlo do que era despendido. Também, os custos relacionados com os equipamentos utilizados pela produção que, antes eram considerados responsabilidade do departamento de manutenção, deixaram de fazer parte conta do departamento. No geral após o estudo realizado com os dados do armazém verificou-

se uma redução de 59% nos custos totais da manutenção, de acordo com os dados da Tabela 4.

Tabela 4 - Custos da manutenção

Transaction Date	(Multiple Items)	Transaction Date	(Multiple Items)
2014 - Antes Preventivas (set-Dez)		2015 - Apos Preventivas (jan-maio)	
Cost Center	Total	Cost Center	Total
11000	21 013,77 €	11000	7 800,40 €
14000	258 882,88 €	14000	246 055,14 €
15000	690 548,23 €	15000	1 043 093,81 €
16000	47 730,99 €	16000	56 313,28 €
18000	144,08 €	19000	11 671,22 €
19000	21 301,79 €	36000	1 059,61 €
36000	1 474,86 €	36100	17,51 €
36900	16,30 €	36900	6,02 €
40000	36 472,11 €	40000	14 829,30 €
41000	12,20 €	41000	7,04 €
49000	120,47 €	41099	80,00 €
50000	- 1 545,65 €	43000	66,40 €
59000	409,04 €	49000	175,73 €
61000	155,25 €	49100	15,66 €
Grand Total	1 076 736,32 €	Grand Total	1 381 191,12 €

Apos a análise dos custos referentes à área da manutenção verificou-se:

- Diminuição dos custos de manutenção = 21642,81, corresponde a 59% do custo total.
- Média de gastos mensais da pintura = 208 618,76 €
- Aumento dos custos da pintura apos iniciar manutenção preventiva = 352 545,58 €, corresponde a 34%.

De acordo com os dados da Tabela 4, o centro de custos com maiores custos é o 15000 que corresponde à área da pintura, como já havia sido sugerido pela fábrica. Na medida que a discrepância entre os custos é elevada.

Com o início das manutenções preventivas foi necessário a requisição de muitos materiais para substituição de componentes, com custos devido ao tempo de trabalho e à contratação de técnicos externos aos fins de semana para a limpeza das máquinas. Esta situação conduziu a um aumento de 34% (Tabela 4) destes custos, mas, em contrapartida, a uma redução da taxa de avarias e, conseqüentemente, a um aumento de eficiência das máquinas, com um retorno financeiro que compensou largamente o aumento de custos referido (Pires, Ferreira, Requicha, Antunes, & Mello, 2005), na medida que se verificou a diminuição de 59% dos custos totais da manutenção.

4.7 Normalização de trabalhos

A constante busca pela melhoria contínua passa primeiro por estandardizar os procedimentos realizados, na perspetiva de afiançar que é realizado da forma correta e, a partir de então procurar as melhorias.

4.7.1 Procedimentos de Manutenção

Para normalizar os procedimentos de manutenção seguiu-se as seguintes etapas demonstradas na Figura 31.

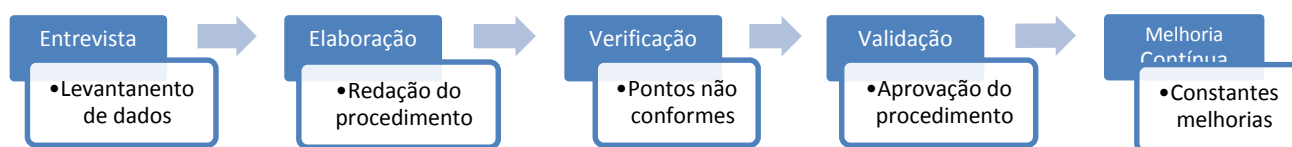


Figura 31 - Passos para elaboração de um procedimento

Inicialmente realizou-se uma recolha de dados através de entrevistas aos elementos que compõem a equipa da manutenção sobre os procedimentos seguidos para a realização dos trabalhos. A elaboração respeita um modelo de registo (Anexo XIV) e deve incluir os pontos discriminados a seguir:

- Alterações efetuadas - No caso de já existir o procedimento e necessita de alterações incluir o número de revisão, a data e o que foi modificado;
- Objetivos - Descrição dos objetivos do documento;
- Âmbito - As finalidades que se adequa o procedimento;
- Definições - Definição de termos utilizados na fábrica;
- Referências - Dados necessários para a realização das tarefas, como documentos ou contactos;
- Responsabilidade - Grupo ou pessoa responsável para desempenhar ou delegar as funções descritas no procedimento;
- Procedimento - Descrição das tarefas de rotina explicadas passo a passo, enumerando documentos e utensílios;
- Documentos - Documentos necessários para a realização das tarefas, de registo e/ou consulta;
- Fluxograma - Sequência dos passos a seguir;

Sendo a subjetividade humana um fator contra a normalização, pois é necessário todos estarem de acordo com os padrões para a realização das atividades escolhidas, é fundamental verificar se os pontos no registo estão conformes e que as informações recolhidas não foram modificadas. Após a verificação ocorre a fase de validação do procedimento, assegurando que o modelo desenvolvido é o que se deve seguir no âmbito de garantir que as ações realizadas pelo departamento de manutenção são aprovadas pelo responsável do departamento e pelos restantes constituintes.

Embora sejam implementados modelos standard para realizar os trabalhos da forma adequada, a normalização das atividades representa um contínuo conflito, pois, apesar de se seguirem pelos documentos, cada técnico tem a sua interpretação. No sentido de solucionar os problemas e garantir que se está perante situações de melhorias, deve-se averiguar, caso existam desvios na realização do procedimento, se esses desvios contribuem para a melhoria contínua ou apenas resolvem o problema do momento.

Elaboradas a partir do software de gestão documental RISI, respeitando as normas padrão para garantir que seja um documento adequado e completo para as tarefas de trabalho a qual se ajusta.

Para a manutenção da fábrica PFF foi necessário criar procedimentos de manutenção preventiva, corretiva e de 1º nível, com o objetivo de descrever o seguimento das ações a realizar para garantir a gestão e execução das instruções de manutenção dos equipamentos fabris de acordo com o que foi definido e planeado pela equipa de planeamento da manutenção.

Também se realizou o procedimento das regras para utilização da oficina da manutenção da PFF e para a limpeza dos filtros. As regras para a utilização da oficina foram necessárias para afiançar que a oficina era frequentada apenas pelo pessoal autorizado, garantindo uma melhor gestão do espaço e das ferramentas.

Além dos procedimentos dos tipos de manutenção, procedeu-se à elaboração do procedimento para troca dos filtros, os filtros são componentes essenciais para as linhas da pintura e, desse modo, devem estar sempre disponíveis. A limpeza dos filtros é assegurada por uma empresa subcontratada especializada em filtros dado que é necessário saber proceder em casos de trocas dos filtros nas linhas de produção. Contudo, se a anomalia que levou à necessidade de troca do filtro é facilmente contornada, é resolvida pelos técnicos da manutenção. O anexo XIV representa um exemplo de um fluxograma realizado para um dos procedimentos. A

utilização desta ferramenta básica da qualidade permite representar graficamente o procedimento e facilitar a sua perceção.

4.7.2 Atualização das instruções de trabalho

Além dos documentos elaborados, há a salientar a importância das instruções de trabalho, criadas anteriormente com o objetivo de standardização das instruções de trabalho preventivo e autónomo. Como foi referido na secção 3.3.1, as instruções foram ligadas ao *software* de manutenção para facilitar o seu acesso e para uma melhor organização. Para cada linha de produção procedeu-se à ligação das instruções de manutenção preventivas (*SOS* e *WES*) com o *software Maintmaster*, através de um link introduzido no programa que corresponde ao endereço da instrução no programa *RISI* (Figura 12). Em caso de melhorias na linha, as instruções eram alteradas e atualizadas no software de gestão *RISI* garantindo que as instruções no *Maintmaster* estejam sempre atualizadas para consulta e as manutenções planeadas sejam realizadas dentro do período estipulado.

As instruções de manutenção autónoma sofriam alterações sempre que havia auditorias nas linhas de produção, pois além de se verificar as lacunas durante a realização dos procedimentos, os operários também faziam sugestões para aprimorar as tarefas, na medida que são os que melhor conhecem as máquinas.

5. CONCLUSÃO

Neste capítulo apresenta-se as considerações finais relativas ao projeto realizado na *IKEA Industry Portugal*, avaliando o cumprimento dos objetivos inicialmente propostos, as análises referentes ao desempenho das linhas de produção da área *lacquering* e a implementação de ferramentas no âmbito da melhoria contínua no departamento de manutenção PFF.

5.1 Considerações finais

Com a conclusão do projeto alcançou-se os objetivos propostos inicialmente, no âmbito do desenvolvimento de um programa de melhoria contínua no departamento de manutenção PFF.

Através da avaliação da situação atual deste departamento, principalmente no que se refere aos custos, verificou-se que é na área *lacquering* onde se registam os maiores custos de manutenção. Desta forma, procedeu-se a análise das linhas de produção desta área com o objetivo de aumentar a sua disponibilidade e a eficiência e diminuir os seus custos. Com este estudo foi dado um contributo importante para o desenvolvimento de um sistema de controlo de custos que possibilitou uma redução significativa dos custos da fábrica PFF.

A realização do estudo utilizando os indicadores de desempenho da manutenção PFF, em junção com o indicador OEE, permitiu avaliar o desempenho da área *lacquering*. Entre os índices do OEE (desempenho, disponibilidade e qualidade), a qualidade não representa uma preocupação para a fábrica, enquanto que a disponibilidade e o desempenho apresentam valores abaixo do recomendado pela bibliografia. Com este estudo verificou-se que a linha 16 é a linha mais crítica, contribuindo em maior grau para a baixa disponibilidade da área.

Para avaliar a baixa disponibilidade da linha 16 foi efetuada uma análise FMEA e os modos de falha com maiores valores de RPN foram estudados usando a metodologia RCPS para a busca das causas raízes das avarias de modo a reduzir a sua incidência e, consequentemente, aumentar a eficiência das máquinas e a disponibilidade da linha de produção. O RCPS também foi proposto para a análise das avarias que causam micro paragens frequentes da produção.

Para um melhor desempenho do departamento de manutenção foram efetuadas alterações nas instruções de manutenção preventiva e autónoma, ações recomendadas a partir da FMEA ou do RCPS e por vezes das auditorias de manutenção de primeiro nível (autónomas) realizadas periodicamente. A participação dos operadores na atualização e melhoria das tarefas de

manutenção de primeiro nível foi essencial para a perceção por parte dos operadores, da importância em cumprir as rotinas de manutenção, garantindo o aumento da eficiência das máquinas e, consequentemente, a produtividade.

As instruções de manutenção foram integradas no *software* de manutenção *Maintmaster* e, deste modo, os técnicos ficam com acesso às instruções de trabalho preventivo dentro do período estipulado e sempre atualizadas. O incentivo dos técnicos a utilizarem o *software* e sensibilizando-os para a necessidade de ter dados credíveis no software, tal como relatórios das avarias e sugestões de melhorias para as instruções de trabalho foi uma constante ao longo deste projeto.

Com o desenvolvimento do procedimento de manutenção todos as ações do departamento seguem uma forma standard evitando desperdícios e permitindo identificar lacunas e projetar novas melhorias.

Durante a realização deste estudo a principal dificuldade foi conciliar a disponibilidade dos colaboradores para elaboração das ferramentas *FMEA* e *RCPS* e, a compreensão de todos para a necessidade da elaboração e seguimento das ações para aumentar a disponibilidade da linha 16.

5.2 Trabalho futuro

Numa perspetiva de trabalho futuro sugere-se uma ligação do *Maintmaster* ao armazém, de forma a garantir a que as peças retiradas do *stock* sejam identificadas pelo *software* e permita sinalizar quando não existe peças para a reparação de falhas. O *software* deverá ter ligação também com a base de dados da produção, garantindo a confiabilidade, autenticidade e integridade da informação.

Recomenda-se a realização do plano de controlo para a nova análise *FMEA* da linha 16, com arquivos de como controlar aspetos críticos na produção, bem como a utilização da ferramenta *RCPS* para os modos de falha que acontecem diariamente, evitando paragens das linhas pelas mesmas causas.

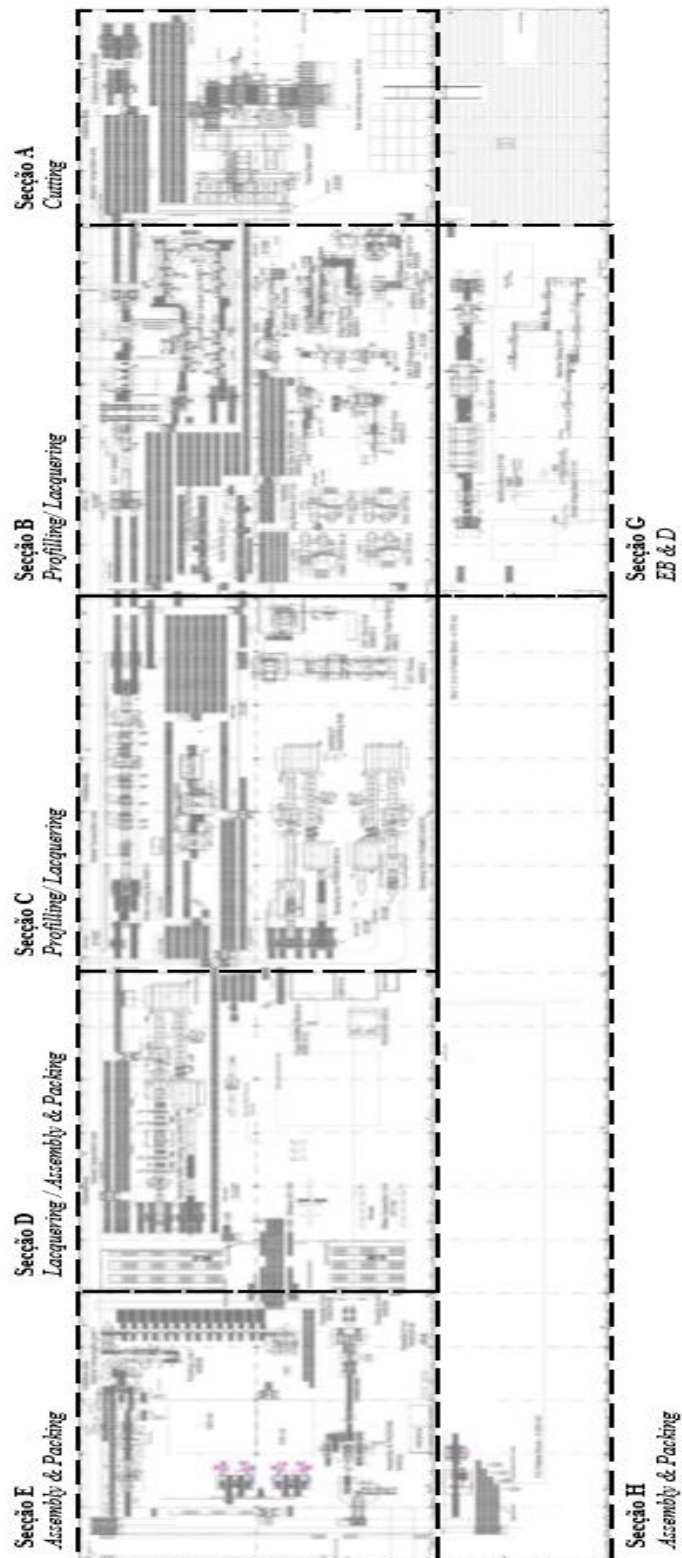
Em relação à manutenção preventiva propõe-se a sensibilização dos colaboradores para a necessidade de planeamento dos correspondentes custos e a realização das mesmas em tempo útil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709–756. doi:10.1108/02656710810890890
- Almalki, S. J., & Yuan, J. (2013). A new modified Weibull distribution. *Reliability Engineering and System Safety*, 111, 164–170. doi:10.1016/j.ress.2012.10.018
- Almeida, M. T. De. (2011). Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade, 5. Retrieved from <http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>
- Boas, K. (2012). Solving problems systematically: Approaches and techniques. Retrieved from <http://www.thesustainablengo.org/general-management-skills/problem-solving-techniques>
- Cândeia, G., Kifor, S., & Constantinescu, C. (2014). Usage of Case-based Reasoning in FMEA-driven Software. *Procedia CIRP*, 25, 93–99. doi:10.1016/j.procir.2014.10.016
- Carlson, C. S. (2014). Understanding and Applying the Fundamentals of FMEAs.
- Chompu-Inwai, R., Diaotrakun, R., & Thaiupathump, T. (2013). Key indicators for maintenance performance measurement: The aircraft galley and associated equipment manufacturer case study. *2013 10th International Conference on Service Systems and Service Management - Proceedings of ICSSSM 2013*, (Cm), 844–849. doi:10.1109/ICSSSM.2013.6602603
- Cluster, R. L., Scarcella, J. A., & Stewart, B. R. (1999). The Modified Delphi Technique - A Rotational Modification. *Journal of Vocational and Technical Education*.
- Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F., & Zanin, G. (2014). Industrial maintenance policy development: A quantitative framework. *International Journal of Production Economics*, 147, 85–93. doi:10.1016/j.ijpe.2012.08.018
- Fazinga, W. R. (2012). Particularidades da construção civil para implantação do trabalho padronizado.
- Ferreira, L. M. L. (2014). *Normalização da manutenção preventiva numa empresa de mobiliário*. Universidade do Minho.
- Freitas, J. C. F. P. (2012). *Organização e melhoria do desempenho do centro de manutenção de apoio às linhas de montagem de autorrádios*. Universidade do Minho.
- Gheorghe ILIE, C. N. C. (2010). Application of Fishbone Diagram To Determine the Risk of an Event With Multiple Causes. *Management Research and Practice*, 2(1), 1–20. Retrieved from <http://mrp.ase.ro/no21/f1.pdf>
- Grimas, W. (2008). Técnicas de Fluxograma. *Wordpress*, 1–10.
- Hansen, R. C. (2006). *Eficiência Global dos Equipamentos*. (Bookman, Ed.).
- Kang, B., & Motohashi, K. (2014). Essential intellectual property rights and inventors' involvement in standardization. *Research Policy*, 44(2), 483–492. doi:10.1016/j.respol.2014.10.012
- Kumar Sharma, R., & Gopal Sharma, R. (2014). Integrating Six Sigma Culture and TPM Framework to Improve Manufacturing Performance in SMEs. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(5), 745–765. doi:10.1002/qre.1525
- Liu, H.-C., Liu, L., & Liu, N. (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 40(2), 828–838. doi:10.1016/j.eswa.2012.08.010
- Marcorin, W., & Lima, C. (2003). Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. *Revista de Ciência & Tecnologia*, 35–42. Retrieved from <http://www.drb-assessoria.com.br/11Custodemantencao.pdf>

- Mariz, R. N., Granja, A. D., Savio, R., & Melo, S. De. (2006). a Review of the Standardized Work Application in Construction.
- Mariz, R. N., & Picchi, F. A. (2013). Método para aplicação do trabalho padronizado. *Ambiente Construído*, 13(3), 7–27. doi:10.1590/S1678-86212013000300002
- Márquez, A. C., Leon, P. M., Fernandez, J. F. G., Marquez, C. ., & Campos, M. L. (2009). The maintenance management framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 15(2), 167–178.
- McNamara, C. (1999). Delphi Decision Making Process. Retrieved from http://www.nwlink.com/~donclark/perform/delphi_process.html
- MikeD. (2015). SYSTEMATIC PROBLEM SOLVING AND THE PSYCHOLOGY OF PROBLEM LEARNING.
- Mirshawka, V., & Olmedo, N. L. (1993). *Manutenção - Combate aos custos da não eficácia - a vez do Brasil*. (Makron Books, Ed.) (1ª edição.). São Paulo.
- Murty, A. S. R., & Naikan, V. N. A. (1995). Availability and maintenance cost optimization of a production plant. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 12(2), 28–35. doi:0.1108/02656719510080596
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM – Total Productive Maintenance. *Cambridge, Mass. Productivity Press*.
- O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research. Retrieved from <http://web.net/robrien/papers/arfinal.html>
- Oliveira, & Paula, F. de. (2009). Estratégia de manutenção: estrutura, ferramentas, benefícios/custos e melhoria contínua. *Pucminas*, 1–5.
- Pinto, C. V. (1999). *Organização e Gestão da Manutenção*. (L. Monitor - Projectos e Edições, Ed.) (1ª edição.).
- Pires, P., Ferreira, E., Requicha, C., Antunes, R., & Mello, C. (2005). *EDP, Resultados Trimestrais IT2005*. Lisboa. Retrieved from http://www.edp.pt/pt/investidores/resultados/2005/Handout_2005/IT2005_Handout_PT.pdf
- Reparos, H. (2015). CURVA DA BANHEIRA – ANÁLISE LABORATORIAL. Retrieved January 8, 2015, from <http://hbreparos.medword.com.br/curva-da-banheira-analise-laboratorial/>
- Silva, D. A. L., Delai, I., De Castro, M. A. S., & Ometto, A. R. (2013). Quality tools applied to Cleaner Production programs: A first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*, 47, 174–187. doi:10.1016/j.jclepro.2012.10.026
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. (2010). Quality improvement methodologies–PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in ...*, 43(1), 476–483. Retrieved from http://w.journalamme.org/papers_vol43_1/43155.pdf
- Torell, P. W., & Avelar, V. (2004). Tempo Médio Entre Avarias (MTBF – Mean Time Between Failures): Explicações e Normalizações, 13.
- Vieira, S. (2011). *Estatística Para a Qualidade*. (E. E. Ltda, Ed.) (2ª edição.).
- Weinstein, J., & Vasovski, S. (2004). The PDCA Continuous Improvement Cycle. *Evaluation*.
- Wireman, T. (1998). *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*. (New York: Industrial Press, Ed.).

ANEXO I – LAYOUT DA FÁBRICA PFF



ANEXO II – ÍNDICE DE DETEÇÃO

Deteção	Critério: Probabilidade de um defeito ser detetado antes do próximo controlo do processo ou no processo subsequente, ou antes que a peça ou componente deixem o local de manufatura ou montagem.	Índice de Deteção
Quase Impossível	Não estão disponíveis controlos conhecidos para detetar o modo de falha.	10
Muita Remota	Hipótese muito remota de que o controlo detete a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 60% das falhas).	9
Remota	Hipótese remota de que o controlo detete a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 65% das falhas).	8
Muito Baixa	Hipótese muito baixa de que o controlo detete a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 70% das falhas).	7
Baixa	Hipótese baixa de que o controlo detete a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 75% das falhas).	6
Moderada	Hipótese moderada de que o controlo detete a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 80% das falhas).	5
Moderadamente Alta	Hipótese moderadamente alta de que o controlo detete a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 85% das falhas).	4
Alta	Hipótese elevada de que o controlo detete a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 90% das falhas).	3
Muito Alta	Hipótese muito elevada de que o controlo detete a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 95 % das falhas).	2
Quase Certa	O controlo quase certamente detetará a causa / mecanismo e modo de falha subsequente (ou, os controlos existentes detetam 99,5% das falhas).	1

Escala de AIAG FMEA: Potential Failure Effects Analysis, Third Edition.

ANEXO III – ÍNDICE DE OCORRÊNCIA

Probabilidade de Ocorrência da Falha	Possíveis Taxas de Falha	Cpk	Índice de Ocorrência
Muito Alta: A falha é quase inevitável.	≥ 1 em 2	< 0.33	10
	1 em 3	≥ 0.33	9
Alta: Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas frequentes.	1 em 8	≥ 0.51	8
	1 em 20	≥ 0.67	7
Moderada: Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas ocasionais, mas não em maiores proporções.	1 em 80	≥ 0.83	6
	1 em 400	≥ 1.00	5
	1 em 2,000	≥ 1.17	4
Baixa: Falhas isoladas associadas a processos similares.	1 em 15,000	≥ 1.33	3
Muito Baixa: Somente falhas isoladas associadas a processos praticamente idênticos.	1 em 150,000	≥ 1.5	2
Remota: A falha é improvável. Sem falhas e sempre associado a processos praticamente idênticos.	≤ 1 em 1,500,000	≥ 1.67	1

Escala de AIAG FMEA: Potential Failure Effects Analysis, Third Edition.

ANEXO IV – ÍNDICE DE SEVERIDADE

Efeito	Critério: Severidade do Efeito	Índice de Severidade
Perigoso: Sem advertência	Pode pôr em perigo o operador da máquina. O modo de falha potencial afeta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não-conformidade com a legislação em vigor. A falha ocorrerá SEM aviso prévio.	10
Perigoso: Com advertência	Pode pôr em perigo o operador da máquina. O modo de falha potencial afeta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não-conformidade com a legislação em vigor. A falha ocorrerá COM aviso prévio.	9
Muito Alto	Grande interrupção na linha de produção ou impossibilidade de montagem. 100% da produção pode ser sucutada. Veículo / item inoperacional, perda de função primária. Cliente muito insatisfeito.	8
Alto	Pequena interrupção na linha de produção ou impossibilidade de montagem. A produção é segregada e uma parte (menos de 100%) sucutada. Cliente muito insatisfeito.	7
Moderado	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte da produção (menos de 100%) pode ser sucutada (sem segregação). Veículo / item operacional, mas com alguns componentes inoperacionais. Cliente sente desconforto.	6
Baixo	Pequena interrupção na linha de produção. 100% da produção pode ser retrabalhada. Veículo / item operacional, mas com alguns componentes operacionais a um nível reduzido de performance. O cliente sente alguma insatisfação.	5
Muito Baixo	Pequena interrupção na linha de produção. O produto pode ser segregado e uma parte (menos de 100%) retrabalhada. Ajustes e retoques não aceitáveis. Defeito notado pela maioria dos clientes.	4
Menor	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos pode ser retrabalhada, mas fora da estação de trabalho. Ajustes e retoques não aceitáveis. Defeito notado por cerca de metade dos clientes.	3
Muito Menor	Pequena interrupção na linha de produção. Uma parte dos produtos pode ser retrabalhada dentro da estação de trabalho. Ajustes e retoques não aceitáveis. Defeito notado por alguns clientes.	2
Nenhum	Não afeta a performance da produção e não prejudica o processo.	1

Escala de AIAG FMEA: Potential Failure Effects Analysis, Third Edition.

ANEXO V – QUADRO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO


Indicadores de desempenho - Lacquering									
Linha	Indicador	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
	Nº DE DIAS DE TRABALHO	22	23	22	17	22	20	20	19
13	Tempo Paragem por avaria (hr):	10,3	12,0	7,5	3,2	7,6	6,8	9	12,0
13	Eficiência Produção (%)	44%	48%	40%	48%	48%	42%	50,2%	45%
13	Breakdowns Maintmaster (%):	1,81%	2,13%	1,63%	0,88%	1,60%	1,76%	2,35%	4,45%
13	Breakdowns Folhas OEE Produção (%):	6%	6,2%	4%	8,4%	4,1%	2,6%	2,4%	4%
13	Nº de Ot's de avarias Total	64	88	54	26	61	26	27	68
13	Nº Ot's Avarias Abertas	2	4	4	2	6	4	7	2
13	Nº Ot's Avarias Fechadas	62	84	50	24	55	22	20	66
13	Loading Time (min)	33920	33825	27455	21880	28575	23225	23985	16165
13	MTBF (min)	520,4	376,2	500,1	834,2	461,0	877,6	867	227
13	MTTR+MWT (min)	9,6	8,2	8,3	7,4	7,5	213,1	120	100
13	Taxa de avaria= Nº avarias/ Dias Trabalho	2,9	3,8	2,5	1,5	2,8	1,3	1,4	3,6
13	Disponibilidade (%)=MTBF/(MTBF+MTTR)	94,2%	93,8%	95,8%	91,6%	95,9%	0,00%	0%	0%
13	Tempo manutenção preventiva (hr)	30,3	45,2	31,6	2,5	5,4	50,3	8	12,0
13	Manutenção planeada VS Total (%)	74,7%	79,0%	80,9%	43,9%	41,5%	88,1%	47%	50%
13	(%)Execução Preventivas= Preventivas Executadas/Preventivas totais	97%	96%	71%	71%	41%	75%	62%	39%
14	Tempo Paragem por avaria (hr):	23,0	10,0	13,1	6,6	7,2	3,9	42	21,6
14	Eficiência Produção (%)	42%	39%	39%	47%	45%	43,6%	50%	44%
14	Breakdowns Maintmaster (%):	4,09%	1,76%	2,80%	1,83%	1,51%	0,84%	8,19%	4,77%
14	Breakdowns Folhas OEE Produção (%):	13%	9%	10%	6,4%	5,9%	5,6%	8,2%	6%
14	Nº de Ot's de avarias Total	186	168	92	38	121	92	103	97
14	Nº Ot's Avarias Abertas	19	8	5	5	9	5	7	2
14	Nº Ot's Avarias Fechadas	167	159	87	33	112	87	96	95
14	Loading Time (min)	33755	34040	28100	21525	28635	27840	31075	27180
14	MTBF (min)	174,1	199,0	296,9	556,1	233,1	300,1	277	267
14	MTTR+MWT (min)	7,4	3,6	8,5	10,3	3,6	2,5	25	13
14	Taxa de avaria= Nº avarias/ Dias Trabalho	8,5	7,3	4,2	2,2	5,5	4,6	5,2	5,1
14	Disponibilidade (%)=MTBF/(MTBF+MTTR)	87,4%	91,4%	90,4%	93,6%	94,1%	94,4%	92%	94%
14	Tempo manutenção preventiva (hr)	97,3	56,4	41,1	11,2	35,8	81,1	11	21,6
14	Manutenção planeada VS Total (%)	80,9%	84,9%	75,8%	63,1%	83,3%	95,4%	20%	50%
14	(%)Execução Preventivas= Preventivas Executadas/Preventivas totais	56%	58%	64%	64%	59%	24%	67%	21%
15	Tempo Paragem por avaria (hr):	7,6	18,8	13,1	7,2	11,8	2,6	30	14,1
15	Eficiência Produção (%)	59%	64%	69%	70%	69%	53,6%	54%	58%
15	Breakdowns Maintmaster (%):	1,37%	3,68%	2,75%	2,11%	2,47%	0,58%	5,89%	3,16%
15	Breakdowns Folhas OEE Produção (%):	5%	8%	4%	2,3%	4,9%	5%	5,9%	6%
15	Nº de Ot's de avarias Total	165	147	143	19	104	80	74	97
15	Nº Ot's Avarias Abertas	34	34	5	1	4	6	3	3
15	Nº Ot's Avarias Fechadas	131	113	138	18	100	74	71	94
15	Loading Time (min)	33460	30680	28600	20500	28650	27115	30365	26750
15	MTBF (min)	200,0	201,0	194,5	1056,2	268,7	337,0	386	267
15	MTTR+MWT (min)	2,8	7,7	5,5	22,7	6,8	2,0	24	9
15	Taxa de avaria= Nº avarias/ Dias Trabalho	7,5	6,4	6,5	1,1	4,7	4,0	3,7	5,1
15	Disponibilidade (%)=MTBF/(MTBF+MTTR)	95,1%	92,1%	95,7%	97,7%	95,1%	95,0%	94%	94%
15	Tempo manutenção preventiva (hr)	62,5	46,6	39,0	64,4	20,6	95,4	33	14,1
15	Manutenção planeada VS Total (%)	89,1%	71,2%	74,9%	89,9%	63,6%	97,3%	52%	50%
15	(%)Execução Preventivas= Preventivas Executadas/Preventivas totais	60%	71%	60%	60%	31%	33%	67%	60%

16	Tempo Paragem por avaria (hr):	15,6	22,1	18,4	5,4	6,0	16,1	52,80	17,4
16	Eficiência Produção (%)	50%	48%	52%	44%	41%	37%	38%	42%
16	Breakdowns Maintmaster (%):	2,81%	3,91%	3,80%	1,46%	1,26%	3,58%	10,03%	3,85%
16	Breakdowns Folhas OEE Produção (%):	14%	14%	13%	9,4%	8,5%	14%	10,0%	7%
16	Nº de Ot's de avarias Total	241	26	210	47	113	134	129	140
16	Nº Ot's Avarias Abertas	46	3	13	18	2	12	2	0
16	Nº Ot's Avarias Fechadas	195	23	197	29	111	122	127	140
16	Loading Time (min)	33340	33880	28995	22260	28560	26995	31585	27040
16	MTBF (min)	134,5	1252,1	132,8	466,7	249,6	194,2	220,29	185,71
16	MTTR+MWT (min)	3,9	51,0	5,2	6,9	3,2	7,2	24,56	7,44
16	Taxa de avaria= Nº avarias/ Dias Trabalho	11,0	1,1	9,5	2,8	5,1	6,7	6,5	7,4
16	Disponibilidade (%)=MTBF/(MTBF+MTTR)	86,1%	85,7%	87,3%	90,6%	91,5%	86,4%	90%	93%
16	Tempo manutenção preventiva (hr)	31,1	8,8	43,4	29,1	33,2	12,0	185,40	17,4
16	Manutenção planeada VS Total (%)	66,6%	28,5%	70,3%	84,3%	84,7%	42,7%	78%	50%
16	(%)Execução Preventivas= Preventivas Executadas/Preventivas totais	35%	59%	47%	47%	49%	66%	54%	33%
40	Tempo Paragem por avaria (hr):	9,2	7,4	12,4	3,0	7,8	3,9	17	5,4
40	Eficiência Produção (%)	60%	63%	64%	66%	65%	50%	54%	57%
40	Breakdowns Maintmaster (%):	1,80%	1,32%	2,74%	0,97%	1,66%	1,10%	3,06%	1,18%
40	Breakdowns Folhas OEE Produção (%):	3%	3%	5%	2,0%	1,7%	3%	3,1%	2%
40	Nº de Ot's de avarias Total	73	52	69	24	39	34	21	23
40	Nº Ot's Avarias Abertas	23	29	13	5	2	11	4	1
40	Nº Ot's Avarias Fechadas	50	23	56	19	37	23	17	22
40	Loading Time (min)	30635	33750	27145	18620	28195	21245	32580	27435
40	MTBF (min)	412,1	640,5	382,6	768,3	710,9	618,0	1504	1179
40	MTTR+MWT (min)	7,6	8,6	10,8	7,5	12,0	6,9	47	14
40	Taxa de avaria= Nº avarias/ Dias Trabalho	3,3	2,3	3,1	1,4	1,8	1,7	1,1	1,2
40	Disponibilidade (%)=MTBF/(MTBF+MTTR)	96,8%	97,3%	95,4%	98,0%	98,3%	97,2%	97%	99%
40	Tempo manutenção preventiva (hr)	36,8	70,6	46,0	21,0	16,4	90,8	65	5,4
40	Manutenção planeada VS Total (%)	80,0%	90,5%	78,8%	87,5%	67,8%	95,9%	80%	50%
40	(%)Execução Preventivas= Preventivas Executadas/Preventivas totais	44%	84%	76%	76%	37%	81%	77%	76%
41	Tempo Paragem por avaria (hr):	2,0	5,1	0,0	0,8	1,0	5,9	1,6	3,3
41	Eficiência Produção (%)	64%	65%	80%	70%	59%	77%	87%	82%
41	Breakdowns Maintmaster (%):	0,63%	1,54%	0,00%	0,36%	0,28%	1,60%	1,60%	1,60%
41	Breakdowns Folhas OEE Produção (%):	2%	4%	2%	2,6%	0,9%	2%	0,4%	1%
41	Nº de Ot's de avarias Total	30	31	16	9	25	15	14	9
41	Nº Ot's Avarias Abertas	10	5	6	1	5	0	0	0
41	Nº Ot's Avarias Fechadas	20	26	10	8	20	15	14	9
41	Loading Time (min)	19075	20060	18205	13440	21530	20610	22560	28755
41	MTBF (min)	631,8	637,1	1137,8	1488,0	858,8	1350,4	1604,6	3173,0
41	MTTR+MWT (min)	4,0	9,9	0,0	5,3	2,4	23,6	6,9	22,0
41	Taxa de avaria= Nº avarias/ Dias Trabalho	1,4	1,3	0,7	0,5	1,1	0,8	0,7	0,5
41	Disponibilidade (%)=MTBF/(MTBF+MTTR)	98,2%	96,0%	98,3%	97,4%	99,1%	98,4%	99,6%	98,7%
41	Tempo manutenção preventiva (hr)	20,1	18,4	10,4	13,3	14,5	16,1	11,1	3,3
41	Manutenção planeada VS Total (%)	91,0%	78,2%	100,0%	94,3%	93,5%	73,2%	87,4%	50,0%
41	(%)Execução Preventivas= Preventivas Executadas/Preventivas totais	86%	95%	79%	79%	100%	80%	72%	0%


ANEXO VI – EXCERTO DO PLANO DE CONTROLO DA LINHA 16

 IKEA Industry Paços de Ferreira												Page
PROCESS CONTROL PLAN Linha 16												Rev
Part no.	Description			Drawing no.		Drawing rev.		Customer				
Approved by		Prepared by			Date created		Changed by		Date changed			
Operation#	Article	Input	Control limit#	Characteristics	Product/Process	Control			Documentation	Reaction	Execution plan	
	Kitchen Fronts	Y	De acordo com o manual do equipamento	Peças danificadas com movimento do robot	Movimentar as peças para o tapete de transporte	NA	Continuamente	Operador Especializado	Visualmente posição conforme	Sem documentação	Quando o robot pega em mais do que uma camada. Corrigir robot	Chamar Manutenção Chamar Foreman
	Kitchen Fronts	X	Não tem Standart	Vacuo	Segurar as peças no tapete.	NA	Setup	Operador Especializado	Visualmente	Sem documentação	Se NOK (Peças mexem-se). Ajustar vácuo	Chamar Manutenção Chamar Foreman
	Kitchen Fronts	X	Manutenção 1º nível	Estado do rolo limpeza	De acordo com o standart	NA	Turno	Operador Especializado	Visualmente	Registo Manutenção 1º nível	Se NOK. Limpa o rolo e afina altura	Chamar Manutenção Chamar Foreman
	Kitchen Fronts	X	Manutenção 1º nível	Barra deionizadora	Barra limpa sem pó	NA	Turno	Operador Especializado	Visualmente	Registo Manutenção 1º nível	Se estiver suja. Limpar com ar comprimido	Chamar Manutenção Chamar Foreman
	Kitchen Fronts	X	Manutenção 1º nível	Limpeza da Heesemann	Limpa sem pó	NA	Turno	Operador Especializado	Visualmente	Registo Manutenção 1º nível	Se estiver suja. Limpar com ar comprimido	Chamar Manutenção Chamar Foreman
	Kitchen Fronts	X	não controlamos	Ponto zero da máquina	máquina calibrada	NA	sempre que necessário	Operador Especializado / Técnico manutenção	provete / fita métrica	Sem documentação	Se NOK, parar máquina e calibrar	Chamar foreman Chamar manutenção Chamar engenharia
	Kitchen Fronts	X	não controlamos	Tinta contaminada durante o processo de pintura	tinta ok	NA	30 min	Operador Especializado	Visualmente	Ficheiro Eficiência	Mudar tinta e limpar máquina	Chamar foreman Chamar manutenção Chamar engenharia
	Kitchen Fronts	Y	QIT094	Peças com Base	peças conforme standart	Layer tapete	Setup	Operador Especializado	Visualmente, gramagem, temperatura	Registo de autocontrolo linha16	Afinar máquina	Chamar foreman Chamar manutenção Chamar engenharia

ANEXO VII – FOLHA DE REGISTO FMEA

<div> IKEA Industry Paços de Ferreira</div>				Análise Modal de Falhas e Efeitos (AMFE)															
FMEA Processo <input checked="" type="checkbox"/>	Designação Processo	FMEA Produto <input type="checkbox"/>	Designação Produto	FMEA nº		FMEA data (original)													
Responsável:		Preparado por:		Revisão nº 0		Data revisão:													
																Seguimento da avaliação			
Descrição do processo / produto	Entrada Chave do Processo / Funções do produto	Modo Potencial de Falha	Efeitos Potenciais de Falha	S E V E R I D A D E	Causas Potenciais	O C O R R Ê N C I A	Controlos Correntes		D E T E C C Ã O	R P N	Acções Recomendadas	Resp.	Prazo	Acções tomadas	S E V E R I D A D E	O C O R R Ê N C I A	D E T E C C Ã O	R P N	
							Deteção	Prevenção											

ANEXO VIII – CÁLCULO DO VALOR RPN







PRODUCTION RISK ASSESSMENT
by Failure Mode Effect & Critically

4 Assessment Guide





Parte 1 Avaliação

Severidade (Consequência) do risco para a produção (Sev)





	Alto 10	Falha total na produção, tendo um obvio e sério efeitos ou impacto no produto e / ou no cliente.
	Médio 8	Falha séria na produção, tendo um claro e fto ou impacto na produção e ou cliente.
	Baixo 5	Falha limitada na produção tendo um efeito pequeno e quase imperceptível sobre o produto e / ou o cliente.
	Menor 3	Pequeno risco de falha na produção, com nenhuma ou não perceptível efeito sobre o produto e / ou o cliente.

Parte 2 Resultado




Nível de prioridade (RPN)

	STOP Produção 405-810	O risco envolvido é enorme e exige atenção urgente.
	Critico 185-360	O risco envolvido é considerável e requer atenção imediata.
	Moderado 105-180	A ação do risco envolvido é moderado e corretivas podem ser tomadas ao longo de um período de tempo.
	Acceptável 27-90	O risco envolvido é menor e pode ser ignorado.

Detecção do risco na produção (Det)

	Nenhum 9	Improvável ser detectado por alguém na produção
	Menor 7	Provável ser detectado por alguém mas não em toda a produção.
	Maior 5	Provável ser detectado pela maior parte da produção
	Todos 3	Facilmente detectado por todos na produção.

Ocorrência do risco na produção (Occ)

	Alto 9	Ocorre com toda a certeza
	Médio 6	Vai ocorrer na produção de tempos a tempos
	Baixo 3	Baixa probabilidade de ocorrer

Qual é a probabilidade de detectar o problema da produção antes do produto chegar ao cliente ou ao cliente ser afetado pelo problema. Por exemplo, é o problema oculto e impossível de ser visto na inspeção final tipo emissões (químico), ou podem todos com formação adequada a identificar o problema (tipo de madeira ou tipo de tecido).
Finalmente, fazer uma avaliação das possibilidades de detecção nos clientes.

Sev x Det x Occ = RPN

Exemplo:
Enquanto olha para uma operação em produção o seguinte res ultado foi encontrado:
Gravidade é considerado um risco médio (8)
Possibilidade de detecção é Menor (5)
Probabilidade de ocorrência é alta (9)

Cálculo do Número de Prioridade de Risco é então 8 x 5 x 9 = 360
O nível de prioridade de risco é crítico, necess ário acções imediatas!

77

ANEXO IX – FMEA ANTIGO

Descrição do processo / produto	Entrada Chave do Processo / Funções do produto	Modo Potencial de Falha	Efeitos Potenciais de Falha	S E V E R I D A D E	Causas Potenciais	O C O R R E N C I A	Controlos Correntes		D E T E C Ç Ã O	R P N	Ações Recomendadas
							Deteção	Prevenção			
Step 1 Buffer	Estado Base Boards	Encrava buffer	Atraso produção	8	Pilhas desalinhadas	9	Visual	----	3	216	Rever sensores buffer
		Cair peças	Sucata	8	Queda pilha	6	Visual	----	3	144	Rever sensores buffer
	Estado e nivelamento de Rolos	Base boards desalinhadas	Paragem buffer	8	Congestionamento base boards	6	Visual	----	3	144	Rever guias e alinhamento rolos
	Alinhamento das base boards nos rolos de transporte	Paletes encostam lateralmente	Queda de peças/danifcadas	8	Desniveleamento dos rolos	9	Visual	----	3	216	Alinhar rolos de transporte.
	Base board desalinhadas em relação ao rolo transporte	Bases encravam nas passagens de segurança (Chapas (Chapas amarelas)	Peças danificadas	8	Formato das chapas amarelas	9	Visual	----	3	216	Colocar chapas amarelas com formato das utilizadas na Biele
											Retirar passagens de segurança na saída do Buffer (Falar com Gonçalves)
	Barra (esponjas + parafusos + nivelamento)	Parafuso desapertado	Peças com marcas do parafuso	5	Mau aperto do parafuso	6	Visual	Manutenção Preventiva	5	150	Colar parafusos e verificação na manutenção preventiva
	Tapete da Biele (Quando abastecimento Manual)	Tapete danificado	Peças encravam	3	Falta de manutenção	9	Visual	----	5	135	Trocar tapete verde
	Estado dos centradores (Entrada Manual)	Centadores são estreitos	Peças mal pintadas nas laterais	8	Má definição de origem	6	Visual	----	5	240	Troca de separadores para 40mm
	Limpeza da Heesemann com pó/suja	Heesemann com pó/suja	Peças com impurezas	3	Falta de manutenção de 1ºnível	6	Visual	Manutenção 1ºnível	7	126	Revisão deste ponto na manutenção de 1ºnível. Cumprimento da periodicidade definida
Step 5 Sealer + UV + Sealer + UV	Potências Lampadas	Falta de troca de lampadas		10	Lampadas com excesso de uso	6	Visual (contadores digitais)	Controlo semanal do numero de horas (folga nos limites de utilização)	3	180	Realização de RCPS
		Falta de limpeza (lampadas e parabólas)		10	Lampadas e parabólas sujas	6	UV mapping	Manutenção 1ºnível	3	180	Realização de RCPS
		Má intervenção técnica	Peças mal curadas	10	Ajuste de potencia mal feito	6	UV mapping	Controlo com UV Mapping apos troca de lampadas	3	180	Realização de RCPS
		Desgaste		10	Lampadas danificadas (fundidas, partidas)	6	UV mapping	Máquina não arranca	3	180	Realização de RCPS
	Aspiração	Robabig suja com pó	Pó nas peças	3	Aspiração deficiente	6	Visual	'-----	9	162	Aumentar a periodicidade da manutenção de 1º nível
Step 10 2º Lixadora Heesemann	Rolos de transporte	Falha máquina (régua salta)	Peças com tinta UV fresca (fica no rolo de transporte)	10	Derrame de tinta UV no rolo	6	Visual	'-----	3	180	Incluir na manutenção de 1ºnível, a verificação do aperto das régua (diário)
	Tinta contaminada durante o processo de pintura	Tinta contaminada	Peças com crateras	8	Fuga de óleo ou água na máquina UV	3	Visual	'-----	7	168	Não utilizar o shiller da água
	Rolos de transporte	Falha máquina (régua salta)	Peças com tinta UV fresca (fica no rolo de transporte)	10	Derrame de tinta UV no rolo	6	Visual	'-----	3	180	Incluir na manutenção de 1ºnível, a verificação do aperto das régua (diário)
	Tinta contaminada durante o processo de pintura	Tinta contaminada	Peças com crateras	8	Fuga de óleo ou água na máquina UV	3	Visual	'-----	7	168	Não utilizar o shiller da água
	Tapete calibrado	Tapete descalibrado	Peças com desgaste/peças partidas	8	Desgaste por trabalho	6	Visual	Autocontrolo de 30 em 30 min	3	144	Realização de RCPS
	Régua de limpeza do carro	Má dosagem do solvente	Carro de limpeza não trabalha	8	Solvente saturado	6	Visual		3	144	Trocar lâmina semanalmente
	Estado das Pistolas (leque de tinta)	Pistola entupida	Defeitos de pintura (bolhas, falha, riscos, tinta, impurezas)	8	Acumulação de tinta seca no sistema	6	Visual	Manutenção Preventiva semanal	3	144	Realizar RCPS das pistolas
	Gramagem de tinta	Erro de equipamento	Falha/Excesso de tinta Requisitos legais	10	Pressão bomba incorrecta	3	Medição de gramagem	Autocontrolo de 30 em 30 min	3	90	Definir periodicidade da troca do passador da bomba. (15 em 15 dias)
		Má afinação dos dumpers	Erro de afinação/filtros entupidos	8	Impureza	6	Visual	Manutenção preventiva	3	144	Rever processo de medição de caudal. Efectuado pela manutenção mensalmente. Fazer análise durante 3 meses
	Mangueiras (bomba/pistola)	Tinta seca nas mangueiras	Pistolas entupidas	8	Acumulação de tinta seca no sistema	6	Visual	Manutenção Preventiva semanal	3	144	Aumentar a periodicidade da troca de mangueiras. Passar para semanal
Step 14 Tapete saída da Box Tapete Amovível Tapete entrada do Forno	Raspador da caleira em V	Tinta seca acumulada na parte interior da lamina	Peças marcadas com solvente/ tinta do lado B	8	Acumulação de tinta seca no sistema	6	Visual	Manutenção Preventiva semanal	3	144	Aumentar a periodicidade da troca de mangueiras. Passar para semanal
	Estado dos Tapetes (Tapete sujo com tinta)	Alinação incorrecta da circulação de ar ou afinação do tapete da Box	Peças marcadas do lado B	8	Acumulação de tinta seca na caleira	6	Visual	Manutenção de 1ºnível	3	144	Troca da caleira em V semanalmente
Step 17 Tunel UV	Estado das lâmpadas	Excesso de tempo de funcionamento; Má qualidade do equipamento	Má cura da peça	8	Acumulação de tinta fresca nos tapetes	6	Visual	-----	3	144	Rever processo de medição de caudal. Efectuado pela manutenção mensalmente. Fazer análise durante 3 meses e nivelção das mesas quinzenalmente
	Estado dos batentes	Falta de verificação	Peças partidas/danificadas	8	Endurance das borrachas	3	Visual	Manutenção preventiva. SOS Biele	3	72	Realização de RCPS

U2050331	Tapete transportador Cefia	Tapete não anda	Peças encravadas	8	Desgaste do material/mau manuseamento	6	Visual	Autocontrolo de 30 em 30 min	3	144	Seguimento das ações do RCPS
U2050332	Escovadora com exaustão sorbini	Tapete descentrado	Peças encravadas	8	Desgaste do material/mau manuseamento	6	Visual	Autocontrolo de 30 em 30 min	3	144	Seguimento das ações do RCPS
		Correia de tração da escova e rolamento	Não limpa o tapete	5	Desgaste da correia	5	Visual		3	75	
		Fuga de ar	Sistema a trabalhar lento	8	Má limpeza do tapete	3			5	120	Substituição do cilindro do accionador
U2050333	Unidade Aquecimento infravermelhos Cefia	Sensor de segurança não funciona	Sucata	7	Falta de calibração e/ou limpeza	6	Visual		3	126	Aumento das rotinas de limpeza / calibração
		Barreira de segurança sempre activa	Paragem da linha	8	Bloqueio do sistema de segurança / falta de calibração	3	Visual		3	72	
U2050334	Cabine Pintura auto cefia	Corrente do carroel da box com folga	Má pintura devido ao ângulo errada de tinta	6	Material com desgaste / falta de lubrificação	4	Visual		3	72	
		Panela misturadora desafinada	Má dosagem de tinta / receita errada de tinta	5	Bloqueio mecânico da panela	3	Visual		5	75	
		Sensor do carro de limpeza avariada	Sucata	6	Falta de calibração e/ou limpeza	6	Visual		3	108	Aumento das rotinas de limpeza / calibração
		Arma avariada	Pistologem deficiente	8	Bloqueio mecânico	6	Visual		3	144	Dar seguimento as ações do RCPS das pistolas
		Aspiração muito desafinada	Endurance / lixo acumulado	7	Filtros ou redes entupidas / má afinação dos dumpsters	3	Visual		3	63	
		Barra de fotolodos sempre obstruída	Cabine pinura sempre a pistolar / excesso de tinta	8	Falta de limpeza / desgaste dos fotolodos	3	Visual		5	120	Aumento das rotinas de limpeza / seguimento das ações do RCPS
		Bomba carro de limpeza avariada	Marcas de solvente	6	Má circulação das bombas / saturação de solvente	6	Visual		3	108	Aumentar periodicidade limpeza das bombas / Alterar dosagem de solvente
		Eletroválvula estragada	Má receita	6	Desgaste do material	4	Visual		3	72	
		Erro do hardner no quadro da tecnocom	Má receita / paragem da máquina	7	Erro de programação	6			3	126	Realteração do programa / Alteração sistema de válvulas
		Malta ok inverter transporte	Bloqueio da máquina / erro variador	8	Bloqueio do motor da Sorbini	4	Visual		3	96	Realteração do programa
		Pistola avariada	Defeitos de pintura (bolhas, falha, riscos de tinta, impurezas)	7	Acumulação de tinta seca no sistema; Mau doseamento de solventes; Falta de limpeza	8	Visual	Manutenção preventiva / 1º nível	3	168	Seguimento das ações do RCPS
		Raspador carro limpeza não funciona	Tapete sujo de tinta / Pintura deficiente	7	Acumulação de tinta seca na caldeira	6	Visual	Manutenção de 1ºnível	3	126	Trocar a lamina semanalmente / Aumentar dosagem de solvente
		Tapete descentrado	Peças encravadas	8	Desgaste do material/mau manuseamento	6	Visual	Autocontrolo de 30 em 30 min	3	144	Seguimento das ações do RCPS
		Ventoinha misturadora não funciona	Má receita	8	Sujidade / má colocação	3	Visual	Manutenção de 1ºnível	3	72	
U2050335	Bomba Betella	Tubo rebentado da misturadora	Não faz a receita	8	Mau manuseamento	3	Visual		3	72	
		Dificuldades a fazer cargas	Não faz a receita	8	Balança descalibrada / Sujidade	6	Visual		3	144	Limpeza da panela e calibração da balança
		Porta abre em andamento	Paragem da máquina	8	Porta com sujidade e empeno	3	Visual		5	120	Implementar sistema de fecho com molas
		Filtro da bomba entupida	Má pintura	7	Falta de limpeza	6	Visual	Manutenção Preventiva	4	168	Aumentar periodicidade limpeza das bombas / Alterar dosagem de solvente
U2050336	Misturadora de tinta auto Technocon	Passador danificado	Impossibilidade de ajuste da quantidade de tinta	6	Sujidade / esforço excessivo	6	Visual		3	108	Substituição do passador
		Mangueira da misturadora a verter	Perda de material	6	Sujidade / má colocação / Desgaste	6	Visual		3	108	Aumentar periodicidade limpeza / Alterar dosagem de solvente
U2050337	Tapete transportador amovível Cefia	Transporte fora do sitio	Peças encravadas	7	Desgaste do material/mau manuseamento	6	Visual		3	126	Seguimento das ações do RCPS
		Sensor de transporte descalibrado	Sucata	6	Falta de calibração e/ou limpeza	6	Visual		4	144	Aumento das rotinas de limpeza / calibração
		Corrente motor com desgaste	Peças encravadas	7	Falta de lubrificação / Muitas horas de trabalho	3	Visual		3	63	
U2050338	Tapete transportador rolos Cefia	Sensor à entrada do forno Grande solto	Peças coladas	7	Endurance	6	Visual	Manutenção de 1ºnível	3	126	Aumento das rotinas de limpeza / calibração
U2050339	Forno aquecimento Cefia	Translação horizontal em erro	Paragem da máquina	7	Desgaste de peças metálicas / Falta de afinação diário	4	Visual		5	140	Aumentar rotinas de manutenção preventiva
		Sensores desafinados	Sucata	7	Mau ajuste da altura / limpeza	6	Visual		4	168	Aumento das rotinas de limpeza / calibração
		Tabuleiro avariado	Sucata / Rework / Paragem da máquina	8	Pinos partidos / rolamentos gripados / tela rasgada / estrutura estalada / veio danificado	6	Visual	Manutenção Preventiva	5	240	Seguimento das ações do RCPS
		Cesto fora da posição final	Paragem da máquina	8	Empenado / Parâmetros alterados	6	Visual		3	144	Substituição do veio/ cesto
		Dente camara de saída danificado	Paragem da máquina	8	Empenado / temperatura excessiva / Desgaste	6	Visual		3	144	Ajuste do cilindro pneumático
		Fotocélula de entrada	Paragem da máquina	7	Desalinhamento das fotocélulas	6	Visual		5	210	Alteração das barreiras de segurança
		Inverter horizontal superior e inferior	Bloqueio da máquina / erro variador	8	Bloqueio do motor da Sorbini	6		Controlado pela estrutura edifício			
		Temperaturas fora dos parâmetros	Peças mal curadas	7	Falha na caldeira	3	Visual		3	63	
		Térmicos ventilados	Erro quadro eléctrico	8	Excesso de tempo de funcionamento; Má qualidade do equipamento	6			5	240	Aumento das rotinas de manutenção preventiva
U2050340	Unidade Aquecimento infravermelhos Cefia	Lâmpada partida	Má cura das peças	8	Excesso de tempo de funcionamento; Má qualidade do equipamento	6	Visual	Controlo semanal do número de horas	3	144	Seguimento das ações do RCPS
		Rolo do tapete partido	Máquina a trabalhar de forma deficiente / paragem da máquina	7	sujidade / desgaste dos rolamentos	6	Visual	Manutenção Preventiva	3	126	Aumento das rotinas de manutenção preventiva
		Correntes descalibrados	Paragem da máquina / Sucata	6	Falta de verificação do estado do motor	3	Visual		3	54	
		Rolos bloqueados, roda que puxa a corrente	Máquina a trabalhar de forma deficiente / paragem da máquina	5	sujidade / desgaste dos rolamentos	6	Visual		5	150	Aumento das rotinas de manutenção preventiva
		Sensor irs danificado	Sucata	7	Falta de calibração e/ou limpeza	6	Visual		4	168	Aumento das rotinas de limpeza / calibração
		Parábola danificada	Má cura das peças	7	Bloqueio mecânico / Falta de limpeza e retificação das parábulas	6	Visual		3	126	Troca dos transformadores / Atualização das rotinas de 1º nível
U2050341	Unidade 4 Lâmpadas Cefia	Alarme inverter	Bloqueio da máquina / erro variador	8	Bloqueio do motor da Sorbini	6			3	144	Realteração do programa
		Lâmpadas com corrente muito baixa	Má cura das peças	8	Excesso de tempo de funcionamento; Má qualidade do equipamento	6	Visual	Controlo semanal do número de horas	3	144	Seguimento das ações do RCPS
		Lampada UV cablagem do transformador	Má cura das peças	8	Excesso de tempo de funcionamento; Má qualidade do equipamento	6	Visual	Controlo semanal do número de horas	3	144	Seguimento das ações do RCPS
		Sensor de saída dos Irs sempre ativo	Sucata	7	Falta de calibração e/ou limpeza	6	Visual		4	168	Aumento das rotinas de limpeza / calibração
		Valores fora de parâmetros	Peças com defeito	7	Mau manuseamento	3	Visual	1ª peça OK	3	63	
U2050342	Forno arrefecimento Cefia	Guias a danificar as peças	sucata	7	Desgaste das guias	3	Visual		3	63	
		Cesto fora da posição	Paragem da máquina	7	Empenado / Parâmetros alterados	6	Visual		3	126	Substituição do veio/ cesto
		Sistema de tração da entrada desafinada	Paragem da máquina	7	Muitas horas de trabalho	6	Visual		3	126	Ajuste da pressão
		Carga longa	Paragem da máquina	6	Parâmetros alterados / sensor avariado	3	Visual		3	54	
		Indutivo de entrada	Paragem da máquina	5	Sensor avariado	6			3	90	Substituição ou ajuste do indutivo
		Erro dos térmicos de movimentação	Erro quadro eléctrico	8	Excesso de temperatura / Erro rolamentos dos ventiladores	4	Visual		4	128	Aumentar rotinas de manutenção preventiva / melhor performance dos
		Veio de fora do tapete com desgaste	Desnivelamento do tapete	5	Desgaste do veio / defeito do material	3	Visual	Manutenção Preventiva	3	45	
	U2050351 HIPERFILTRO CEFLA	Rolo à entrada do forno pequeno com óleo	Máquina a trabalhar de forma deficiente / paragem da máquina	5	sujidade / desgaste dos rolamentos	6	Visual		5	150	Aumento das rotinas de manutenção preventiva
		Fotocélula de entrada	Paragem da máquina	7	Desalinhamento das fotocélulas	6	Visual	1ª peça OK	5	210	Alteração das barreiras de segurança
U2050343	Tapete transportador saída Cefia	Motor redutor com desgaste	Paragem da máquina / Sucata	7	Falta de verificação do estado do motor	3	Visual		3	63	

ANEXO XI – RCPS DAS LÂMPADAS UV

IKEA Industry
Paços de Ferreira

FOLHA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (Quadro de Linha)
PROBLEM SOLVING SHEET (Line Board)

Responsável Responsible	Área Area	Equipa Team
Hárago Neves	Pintura	
Data Date	Linha Line	Foreman
05/02/2015	16	

1. Descrição do Problema
Problem Statement

O quê? Lâmpadas UV desligam constantemente

Porquê? Estraga peças; má qualidade

Quem? Operador especializado da linha e a qualidade

Quando? A luz desliga em produção e uv mapping

Onde? Na spray ; nos fornos UV

Como? Excesso de tempo de funcionamento ; defeito do equipamento (parte elétrica)

Quanto? Diariamente

2. Causas Diretas
Direct Causes

```

graph LR
    T[Temperatura] --> P[Lâmpada UV não funciona]
    Po[Pó] --> P
    Ql[Qualidade da lâmpada] --> P
    Qt[Qualidade do transformador elétrico] --> P
    Qc[Qualidade da conexão elétrica] --> P
    Qi[Qualidade da instalação] --> P
    Qm[Qualidade da manutenção] --> P
    Qcl[Qualidade da limpeza] --> P
    Qp[Qualidade da pintura] --> P
    Qe[Qualidade da embalagem] --> P
  
```

4. Plano de Ações
Action Plan

Ação Action	Quem Who	Data Date	Estado Status
1. Contactar fornecedor alternativo (visita Ekson).	Hauro	18/02/15	Início
2. Verificar o sincronismo da linha.	Daniela	18/02/15	Início
3. Dar seguimento mensal a este problema	Hauro, Lucia, Vânia	20/03/15	Início

Procurar fechar a resolução de problemas com Poka-Yoke. Continuar a trabalhar no mesmo problema até que seja resolvido.

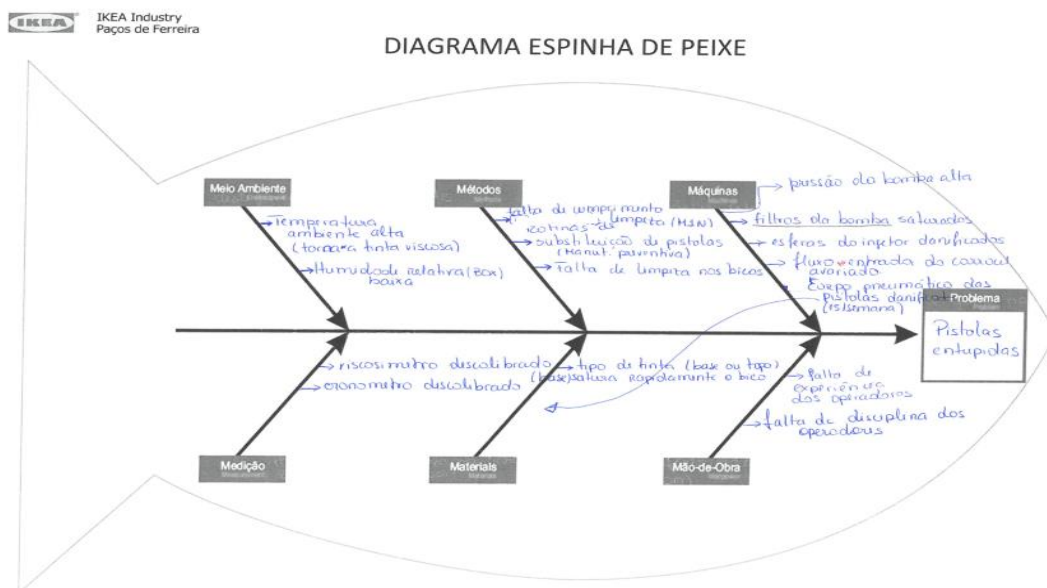
ANEXO XII – RCPS DAS PISTOLAS

FOLHA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (Quadro de Linha)			
PROBLEM SOLVING SHEET (Line Board)			
Responsável Responsible	Data Date	Área Area	Equipa Team
Luis Almeida Paços de Ferreira	10/03/2015	Pintura 14/5/16	

1. Descrição do Problema Problem Statement			
O quê? What?	Pistolas entupidas		
Porquê? Why?	Causa problemas da qualidade nos peçes		
Quem? Who?	Produção / Técnico		
Quando? When?	Frequentemente (final da semana)		
Onde? Where?	Cabine pintura Box		
Como? How?	Injetor preso (sempre a pistola)		
Quanto? How much?	Todas as pistolas		

2. Causas Diretas Direct Causes			
5 Porquês 5 Why	1. Falta de manutenção das pistolas	2. Falta de limpeza das pistolas	3. Falta de treinamento dos operadores
Porquê? Why?	Não se faz o suficiente para manter as pistolas limpas	Falta de plano de manutenção das pistolas	Falta de conhecimento dos operadores
Porquê? Why?	Falta de recursos humanos e materiais	Falta de plano de manutenção das pistolas	Falta de conhecimento dos operadores
Porquê? Why?	Falta de recursos humanos e materiais	Falta de plano de manutenção das pistolas	Falta de conhecimento dos operadores
Porquê? Why?	Falta de recursos humanos e materiais	Falta de plano de manutenção das pistolas	Falta de conhecimento dos operadores
Porquê? Why?	Falta de recursos humanos e materiais	Falta de plano de manutenção das pistolas	Falta de conhecimento dos operadores

4. Plano de Ações Action Plan			
Ação Action	Quem Who	Data Date	Estado Status
1. Priorizar a manutenção das pistolas	Luis Almeida	17/3/15	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Sensibilização dos operadores para cumprir os procedimentos	Angeles	21/3/15	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Formação prática aos operadores	Tiago e Tiago	23/3/15	<input checked="" type="checkbox"/>



ANEXO XIII – RCPS PISTOLAS ENTUPIDAS

IKEA
IKEA Industry
Paços de Ferreira

QUADRO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS PROBLEM SOLVING BOARD

Responsável Responsible	Área Area	Equipa Team
Luis Almeida	Arçabá	Loquering
Data Date	Linha Line	Sigla Sigla
19 / 6 / 2015		SP-15 4/15/16

1. Descrição do Problema Problem Statement

O quê? Excesso pistolas entupidas (ingerir preso).

Porquê? Para muitas vezes as linhas (mús. paragens).

Quem? Linhas spray.

Quando? Diariamente (todas os turnos).

Onde? Cawossel/pistolas.

Como? Durante produção (pistolas disparam Tieta).

Quanto? 2/dia, em cada linha.

2. Causas Diretas Direct Causes

```

graph LR
    A[Tempo curto] --> B[Standard muito baixo]
    B --> C[Pistolas]
    D[Controlo viscosidade] --> E[Composição química]
    E --> F[Tipo Tinta Bela/Pisa]
    F --> G[Módulo]
    H[Módulo] --> I[Pistolas]
    
```

4. Plano de Ações Action Plan

Ação Action	Quem Who	Data Date	Estado Status
1. Testar viscosidade / Tipo pistola sem lubrificação.	Carlu/Tiago	27/6/15	
2. Pedir 3 pistolas empilhadas a Alinhart.	Luis Almeida	3/7/15	
3. Analisar se tinta é incompatível c/ pistola e com lubrificante usado.	Carlu/Angelo	10/7/15	
4. Analisar o actual standard que se tem para mudar e melhorar fazer revisão.	Luis/Tiago	3/7/15	
5. Analisar dados recuados (top), base, desvios dosagem e cruzar estes dados c/ pistolas entupidas.	Daniela	10/7/15	

Procurar fechar a resolução de problemas com Poka-Yoke, Controlo Visual ou um Standard novo/revisto.

ANEXO XIV – RCPS DOS TABULEIROS

QUADRO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS Problem solving board					RESPONSÁVEL: Responsible	DATA: Date
PROBLEMA: Problem	DATA: Date	LINHA: Line	EQUIPA Team	Foreman	Téc. Qualid. Op. Esp.	Outros
<p>3. CAUSA - RAÍZ Root cause</p>						
<p>4. DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÕES Development of action plan</p>						

IDENTIFICAÇÃO DA CAUSA DIRECTA Identification of direct cause		DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÕES Development of action plan	
Ação Action	Quem Who	Data Date	Estado Status
1. Retirada preventiva no fender	Carlos Almeida	30/03/2015	
2. Otimização do máquina	Luís Almeida / Paulo Pinto	31/03/2015	

PROBLEMA: Avaria nos tabuleiros dos fenders
Falta de alinhamento / desalinhamento

CAUSA - RAÍZ: 1. Falta de manutenção
2. Falta de alinhamento
3. Falta de alinhamento
4. Falta de alinhamento
5. Falta de alinhamento

CAUSA DIRECTA: 1. Falta de alinhamento
2. Falta de alinhamento
3. Falta de alinhamento
4. Falta de alinhamento
5. Falta de alinhamento

DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÕES: 1. Retirada preventiva no fender
2. Otimização do máquina

IDENTIFICAÇÃO DA CAUSA DIRECTA: 1. Falta de alinhamento
2. Falta de alinhamento
3. Falta de alinhamento
4. Falta de alinhamento
5. Falta de alinhamento

ANEXO XV – RCPS DAS TELAS DESCENTRADAS

[illegible]

ANEXO XVI – TEMPLADE DOS PROCEDIMENTOS



Classificação - R

PROCEDIMENTO MANUTENÇÃO

PFF – PROCEDIMENTO

PROC. Nº:	PM-002	REVISÃO:	00	DATA:	
-----------	--------	----------	----	-------	--

Elaborado:		Aprovado:	Luís Almeida
------------	--	-----------	--------------

ÍNDICE

1	ALTERAÇÕES EFECTUADAS:	86
2	OBJECTIVO.....	Erro! Indicador não definido.
3	AMBITO.....	Erro! Indicador não definido.
4	DEFINICOES	Erro! Indicador não definido.
5	REFERENCIAS.....	Erro! Indicador não definido.
6	RESPONSABILIDADE	Erro! Indicador não definido.
7	PROCEDIMENTO	Erro! Indicador não definido.
8	DOCUMENTOS.....	Erro! Indicador não definido.
9	FLUXOGRAMA	Erro! Indicador não definido.

1. ALTERAÇÕES EFECTUADAS:

Revisão	Data	Modificação

FIM PROCEDIMENTO

ANEXO XVII – FLUXOGRAMA

